

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/002511

International filing date: 10 February 2005 (10.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-046084
Filing date: 23 February 2004 (23.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 31 March 2005 (31.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

10. 2. 2005

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2004年 2月23日

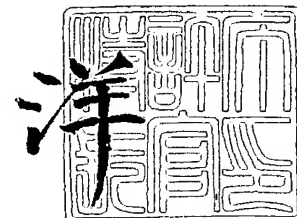
出願番号
Application Number: 特願2004-046084
[ST. 10/C]: [JP2004-046084]

出願人
Applicant(s): 株式会社アドバンテスト

2005年 3月18日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川





【書類名】 特許願
【整理番号】 11249
【提出日】 平成16年 2月23日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 G01R 27/28
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都練馬区旭町 1 丁目 3 2 番 1 号 株式会社アドバンテスト
 内
 【氏名】 中山 喜和
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都練馬区旭町 1 丁目 3 2 番 1 号 株式会社アドバンテスト
 内
 【氏名】 田辺 武
【特許出願人】
 【識別番号】 390005175
 【氏名又は名称】 株式会社アドバンテスト
【代理人】
 【識別番号】 100097490
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 細田 益稔
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 082578
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0018593

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

被測定物による周波数変換とは無関係に生じる測定系誤差要因を記録する測定系誤差要因記録手段と、

ある端子から出力される信号が、その端子に入力される信号に第一係数を乗じたものおよび他の端子に入力される信号に第二係数を乗じたものの和として表され、第二係数の大きさの比が一定である校正用周波数変換素子の前記第一係数および前記第二係数を測定したものを出力する校正用係数出力手段と、

前記測定系誤差要因記録手段に記録された前記測定系誤差要因と、前記校正用係数出力手段の出力した前記第一係数および前記第二係数とに基づき、周波数変換によって生じる伝送トラッキングを取得する伝送トラッキング取得手段と、

を備えたネットワークアナライザ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のネットワークアナライザであって、

前記校正用周波数変換素子における、

前記第一係数を、 $M11'$ 、 $M22'$ 、

前記第二係数を、 $M12'$ 、 $M21'$ 、

第一端子に入力される信号を $a1$ 、第一端子から出力される信号を $b1$ 、

第二端子に入力される信号を $a2$ 、第二端子から出力される信号を $b2$ 、

とした場合、

$$b1 = M11' \times a1 + M12' \times a2$$

$$b2 = M21' \times a1 + M22' \times a2$$

であり、

$|M12'|/|M21'|$ が一定である、

ネットワークアナライザ。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載のネットワークアナライザであって、

いずれの端子についても、前記第二係数の大きさが同じものである、

ネットワークアナライザ。

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれか一項に記載のネットワークアナライザであって、

前記被測定物に入力する入力信号に関する入力信号パラメータを、前記測定系誤差要因の生ずる前に測定する入力信号測定手段と、

前記被測定物の端子に接続され、前記入力信号を出力する複数のポートと、

前記ポートに前記被測定物の端子から入力された被測定物信号に関する被測定物信号パラメータを測定する被測定物信号測定手段と、

を備えたネットワークアナライザ。

【請求項 5】

請求項 4 に記載のネットワークアナライザであって、

前記校正用係数出力手段は、前記校正用周波数変換素子の前記第一係数および前記第二係数を、前記入力信号測定手段により測定された前記入力信号パラメータと、前記被測定物信号測定手段により測定された前記被測定物信号パラメータとの比によって求める、

ネットワークアナライザ。

【請求項 6】

請求項 4 に記載のネットワークアナライザであって、

前記伝送トラッキング取得手段は、被測定物信号が前記被測定物の端子より周波数変換を伴わないで出力されてから前記被測定物信号測定手段により受信されるまでに生じる誤差要因の比に基づき、前記伝送トラッキングを取得する、

ネットワークアナライザ。

【請求項 7】

測定系誤差要因記録手段が、被測定物による周波数変換とは無関係に生じる測定系誤差要因を記録する測定系誤差要因記録工程と、

校正用係数出力手段が、ある端子から出力される信号が、その端子に入力される信号に第一係数を乗じたものおよび他の端子に入力される信号に第二係数を乗じたものの和として表され、第二係数の大きさの比が一定である校正用周波数変換素子の前記第一係数および前記第二係数を測定したものを出力する校正用係数出力工程と、

伝送トラッキング取得手段が、前記測定系誤差要因記録手段に記録された前記測定系誤差要因と、前記校正用係数出力手段の出力した前記第一係数および前記第二係数とに基づき、周波数変換によって生じる伝送トラッキングを取得する伝送トラッキング取得工程と、

を備えたネットワーク解析方法。

【請求項 8】

被測定物による周波数変換とは無関係に生じる測定系誤差要因を記録する測定系誤差要因記録処理と、

ある端子から出力される信号が、その端子に入力される信号に第一係数を乗じたものおよび他の端子に入力される信号に第二係数を乗じたものの和として表され、第二係数の大きさの比が一定である校正用周波数変換素子の前記第一係数および前記第二係数を測定したものを出力する校正用係数出力処理と、

前記測定系誤差要因記録処理により記録された前記測定系誤差要因と、前記校正用係数出力処理により出力された前記第一係数および前記第二係数とに基づき、周波数変換によって生じる伝送トラッキングを取得する伝送トラッキング取得処理と、

をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項 9】

被測定物による周波数変換とは無関係に生じる測定系誤差要因を記録する測定系誤差要因記録処理と、

ある端子から出力される信号が、その端子に入力される信号に第一係数を乗じたものおよび他の端子に入力される信号に第二係数を乗じたものの和として表され、第二係数の大きさの比が一定である校正用周波数変換素子の前記第一係数および前記第二係数を測定したものを出力する校正用係数出力処理と、

前記測定系誤差要因記録処理により記録された前記測定系誤差要因と、前記校正用係数出力処理により出力された前記第一係数および前記第二係数とに基づき、周波数変換によって生じる伝送トラッキングを取得する伝送トラッキング取得処理と、

をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ネットワークアナライザ、ネットワーク解析方法、プログラムおよび記録媒体

【技術分野】

【0001】

本発明は、被測定物の回路パラメータを演算計測するネットワークアナライザに関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、被測定物（DUT: Device Under Test）の回路パラメータ（例えば、Sパラメータ）を測定することが行われている。従来技術にかかる被測定物（DUT）の回路パラメータの測定法を図25を参照して説明する。

【0003】

信号源110から周波数 f_1 の信号をDUT200を介して受信部120に送信する。この信号は受信部120により受信される。受信部120により受信された信号の周波数を f_2 とする。受信部120により受信された信号を測定することによりDUT200のSパラメータや周波数特性を取得することができる。

【0004】

このとき、信号源110等の測定系とDUT200との不整合などにより測定に測定系誤差が生ずる。この測定系誤差は、例えば E_d :ブリッジの方向性に起因する誤差、 E_r :周波数トラッキングに起因する誤差、 E_s :ソースマッチングに起因する誤差、である。周波数 $f_1 = f_2$ の場合の信号源110に関するシグナルフロログラフを図26に示す。RF INは、信号源110からDUT200等に入力する信号、 S_{11m} はDUT200等から反射されてきた信号から求められたDUT200等のSパラメータ、 S_{11a} は測定系誤差の無い真のDUT200等のSパラメータである。

【0005】

周波数 $f_1 = f_2$ の場合は、例えば特許文献1に記載のようにして誤差を補正することができる。このような補正をキャリブレーションという。キャリブレーションについて概説する。信号源110に校正キットを接続し、オープン（開放）、ショート（短絡）、ロード（標準負荷 Z_0 ）の三種類の状態を実現する。このときの校正キットから反射された信号をブリッジにより取得して三種類の状態に対応した三種類のSパラメータ（ S_{11m} ）を求める。三種類のSパラメータから三種類の変数 E_d 、 E_r 、 E_s を求める。

【0006】

しかしながら、周波数 f_1 が周波数 f_2 と等しくない場合がある。例えば、DUT200がミキサ等の周波数変換機能を有するデバイスである場合である。周波数 f_1 が周波数 f_2 と等しくない場合の信号源110に関するシグナルフロログラフを図27に示す。 E_d 、 E_s は周波数 f_1 が周波数 f_2 と等しい場合と同様であるが、 E_r は E_{r1} および E_{r2} に分かれてしまう。特許文献1に記載のようなキャリブレーションでは三種類のSパラメータ（ S_{11m} ）しか求めないため、 E_d 、 E_s 、 $E_{r1} \cdot E_{r2}$ しか求めることができない。よって、 E_{r1} および E_{r2} を求めることができない。

【0007】

さらに、周波数 f_1 が周波数 f_2 と等しくない場合は、受信部120による測定系誤差も無視できない。信号源110と受信部120とを直結した場合のシグナルフロログラフを図28に示す。 S_{21m} は、受信部120が受信した信号から求められたDUT200等のSパラメータである。図28に示すように、 E_t 、 E_L という受信部120による測定系誤差が生ずる。これについても、特許文献1に記載のようなキャリブレーションでは求めることができない。

【0008】

そこで、周波数 f_1 が周波数 f_2 と等しくない場合は、特許文献2に記載のようにして

誤差を補正する。まず、三種類の校正キット（オープン（開放）、ショート（短絡）、ロード（標準負荷Z0））を信号源に接続する。これは、特許文献1に記載の方法と同様であるので、 E_d 、 E_s 、 $E_{r1} \cdot E_{r2}$ を求めることができる。次に、信号源をパワーメータに接続する。パワーメータの測定結果に基づき、 E_{r1} および E_{r2} を求めることができる（特許文献2の図6、図7を参照）。さらに、信号源と受信部とを直結し、そのときの測定結果により、 E_t 、 E_L を求めることができる（特許文献2の図8、図9を参照）。

【0009】

なお、伝送トラッキングは、 $E_{r1} \cdot E_t$ として定義される。特許文献2に記載の方法によれば、 E_{r1} および E_t を測定できるので、伝送トラッキング $E_{r1} \cdot E_t$ を求めることも可能である。

【0010】

【特許文献1】特開平11-38054号公報

【特許文献2】国際公開第03/087856号パンフレット

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

しかしながら、特許文献2に記載した方法によって、伝送トラッキング $E_{r1} \cdot E_t$ を求めた場合、 E_{r1} を測定するためにパワーメータを使用する必要がある。パワーメータを使用するので、伝送トラッキングの位相が取得できない。

【0012】

そこで、本発明は、伝送トラッキングの位相が取得できるようにして、測定系の誤差を補正することができるようにすることを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明は、被測定物による周波数変換とは無関係に生じる測定系誤差要因を記録する測定系誤差要因記録手段と、ある端子から出力される信号が、その端子に入力される信号に第一係数を乗じたものおよび他の端子に入力される信号に第二係数を乗じたものの和として表され、第二係数の大きさの比が一定である校正用周波数変換素子の第一係数および第二係数を測定したものを出力する校正用係数出力手段と、測定系誤差要因記録手段に記録された測定系誤差要因と、校正用係数出力手段の出力した第一係数および第二係数とに基づき、周波数変換によって生じる伝送トラッキングを取得する伝送トラッキング取得手段とを備えるように構成される。

【0014】

上記のように構成された発明によれば、測定系誤差要因記録手段は、被測定物による周波数変換とは無関係に生じる測定系誤差要因を記録する。校正用係数出力手段は、ある端子から出力される信号が、その端子に入力される信号に第一係数を乗じたものおよび他の端子に入力される信号に第二係数を乗じたものの和として表され、第二係数の大きさの比が一定である校正用周波数変換素子の第一係数および第二係数を測定したものを出力する。伝送トラッキング取得手段は、測定系誤差要因記録手段に記録された測定系誤差要因と、校正用係数出力手段の出力した第一係数および第二係数とに基づき、周波数変換によって生じる伝送トラッキングを取得する。

【0015】

本発明は、さらに、校正用周波数変換素子における、第一係数を、 $M11'$ 、 $M22'$ 、第二係数を、 $M12'$ 、 $M21'$ 、第一端子に入力される信号を a_1 、第一端子から出力される信号を b_1 、第二端子に入力される信号を a_2 、第二端子から出力される信号を b_2 、とした場合、

$$b_1 = M11' \times a_1 + M12' \times a_2$$

$$b_2 = M21' \times a_1 + M22' \times a_2$$

であり、

$|M12'|/|M21'|$ が一定であることが好ましい。

【0016】

本発明は、さらに、いずれの端子についても、第二係数の大きさが同じものであることが好ましい。

【0017】

本発明は、さらに、被測定物に入力する入力信号に関する入力信号パラメータを、測定系誤差要因の生ずる前に測定する入力信号測定手段と、被測定物の端子に接続され、入力信号を出力する複数のポートと、ポートに被測定物の端子から入力された被測定物信号に関する被測定物信号パラメータを測定する被測定物信号測定手段とを備えることが好ましい。

【0018】

本発明は、さらに、校正用係数出力手段は、校正用周波数変換素子の第一係数および第二係数を、入力信号測定手段により測定された入力信号パラメータと、被測定物信号測定手段により測定された被測定物信号パラメータとの比によって求めることが好ましい。

【0019】

本発明は、さらに、伝送トラッキング取得手段は、被測定物信号が被測定物の端子より周波数変換を伴わないで出力されてから被測定物信号測定手段により受信されるまでに生じる誤差要因の比に基づき、伝送トラッキングを取得することが好ましい。

【0020】

本発明は、測定系誤差要因記録手段が、被測定物による周波数変換とは無関係に生じる測定系誤差要因を記録する測定系誤差要因記録工程と、校正用係数出力手段が、ある端子から出力される信号が、その端子に入力される信号に第一係数を乗じたものおよび他の端子に入力される信号に第二係数を乗じたものの和として表され、第二係数の大きさの比が一定である校正用周波数変換素子の第一係数および第二係数を測定したものを出力する校正用係数出力工程と、伝送トラッキング取得手段が、測定系誤差要因記録手段に記録された測定系誤差要因と、校正用係数出力手段の出力した第一係数および第二係数とに基づき、周波数変換によって生じる伝送トラッキングを取得する伝送トラッキング取得工程とを備えるように校正される。

【0021】

本発明は、被測定物による周波数変換とは無関係に生じる測定系誤差要因を記録する測定系誤差要因記録処理と、ある端子から出力される信号が、その端子に入力される信号に第一係数を乗じたものおよび他の端子に入力される信号に第二係数を乗じたものの和として表され、第二係数の大きさの比が一定である校正用周波数変換素子の第一係数および第二係数を測定したものを出力する校正用係数出力処理と、測定系誤差要因記録処理により記録された測定系誤差要因と、校正用係数出力処理により出力された第一係数および第二係数とに基づき、周波数変換によって生じる伝送トラッキングを取得する伝送トラッキング取得処理とをコンピュータに実行させるためのプログラムである。

【0022】

本発明は、被測定物による周波数変換とは無関係に生じる測定系誤差要因を記録する測定系誤差要因記録処理と、ある端子から出力される信号が、その端子に入力される信号に第一係数を乗じたものおよび他の端子に入力される信号に第二係数を乗じたものの和として表され、第二係数の大きさの比が一定である校正用周波数変換素子の第一係数および第二係数を測定したものを出力する校正用係数出力処理と、測定系誤差要因記録処理により記録された測定系誤差要因と、校正用係数出力処理により出力された第一係数および第二係数とに基づき、周波数変換によって生じる伝送トラッキングを取得する伝送トラッキング取得処理とをコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、本発明の実施形態を図面を参照しながら説明する。

【0024】

図1は、本発明の実施の形態に係るネットワークアナライザ1の構成を示したブロック図である。ネットワークアナライザ1には、DUT (Device Under Test: 被測定物) 2が接続されている。ネットワークアナライザ1は、DUT 2の回路パラメータ、例えばSパラメータを測定する。なお、DUT 2として、ミキサ (乗算器) を用いた場合は、Sパラメータのことを特に、Mパラメータという。

【0025】

図2 (a) は、DUT 2の構成を示す図である。DUT 2は、ミキサ (乗算器) である。DUT 2は、第一端子2a、第二端子2b、RF信号処理部2R、IF信号処理部2I、ローカル信号処理部2Lを有する。

【0026】

第一端子2aから周波数f1の信号a1が入力されると、RF信号処理部2Rに与えられる。また、ローカル信号処理部2Lにはローカル信号Lo (周波数fLo) が与えられる。RF信号処理部2Rに与えられた信号 (周波数f1) と、ローカル信号処理部2Lに与えられた信号 (周波数fLo) とは混合されて、IF信号処理部2Iから周波数f2 ($= f1 - fLo$) の信号b2として、第二端子2bを介して出力される。なお、第一端子2aから周波数f1の信号a1が入力されると、ある程度は、DUT 2により周波数変換が行なわれずに反射され、第一端子2aから周波数f1のまま信号b1として出力される。

【0027】

第二端子2bから周波数f2の信号a2が入力されると、IF信号処理部2Iに与えられる。また、ローカル信号処理部2Lにはローカル信号Lo (周波数fLo) が与えられる。RF信号処理部2Rに与えられた信号 (周波数f1) と、ローカル信号処理部2Lに与えられた信号 (周波数fLo) とは混合されて、RF信号処理部2Rから周波数f1 ($= f2 + fLo$) の信号b1として、第一端子2aを介して出力される。なお、第二端子2bから周波数f2の信号a2が入力されると、ある程度は、DUT 2により周波数変換が行なわれずに反射され、第二端子2bから周波数f2のまま信号b2として出力される。

【0028】

ここで、周波数f1の信号a1をa1 (f1)、周波数f2の信号a2をa2 (f2)、周波数f1の信号b1をb1 (f1)、周波数f2の信号b2をb2 (f2) と表記する。

【0029】

図2 (b) は、第一端子2aおよび第二端子2bに入出力される信号の関係を示すものである。すなわち、

$$b1 = M11 \times a1 + M12 \times a2$$

$$b2 = M21 \times a1 + M22 \times a2$$

が成立する。

【0030】

なお、M11およびM22を第一係数、M12およびM21を第二係数という。

【0031】

図1に戻り、ネットワークアナライザ1は、ポート4a、4b、DUT用ローカル信号ポート4c、信号源10、測定部20、30、DUT用ローカル信号発振器40、切替器52、54、56、順経路誤差要因取得部60、逆経路誤差要因取得部70、測定系誤差要因記録部80、誤差要因取得部90、回路パラメータ測定部98を備える。

【0032】

ポート4aは測定部20および第一端子2aに接続されている。ポート4aは、信号源10からの入力信号 (周波数f1) を第一端子2aに出力する。

【0033】

ポート4bは測定部30および第二端子2bに接続されている。ポート4bは、信号源

10からの入力信号（周波数 f_2 ）を第二端子 2b に出力する。

【0034】

DUT用ローカル信号ポート 4c はDUT用ローカル信号発振器 40 に接続されている。DUT用ローカル信号ポート 4c は、DUT用ローカル信号発振器 40 からのDUT用ローカル信号をDUT 2 に与える。

【0035】

信号源 10 は、信号出力部 12、ブリッジ 13、スイッチ 14、内部ミキサ 16、レシーバ (Rch) 18（入力信号測定手段）を有する。

【0036】

信号出力部 12 は、周波数 f_1 あるいは f_2 の入力信号を出力する。

【0037】

ブリッジ 13 は、信号出力部 12 から出力された信号を内部ミキサ 16 およびスイッチ 14 に供給する。ブリッジ 13 が供給する信号は、ネットワークアナライザ 1 による測定系誤差要因の影響を受けていない信号といえる。

【0038】

スイッチ 14 は、端子 14a、14b、14c を有する。端子 14a は、ブリッジ 13 に接続され、ブリッジ 13 から信号を受ける。端子 14b は測定部 20 に、端子 14c は測定部 30 に接続される。端子 14a は、端子 14b または端子 14c と、接続される。端子 14a と端子 14b とが接続されると、信号出力部 12 の出力する入力信号（このとき、入力信号の周波数を f_1 とする）は、測定部 20 に与えられる。端子 14a と端子 14c とが接続されると、信号出力部 12 の出力する入力信号（このとき、入力信号の周波数を f_2 とする）は、測定部 30 に与えられる。

【0039】

内部ミキサ 16 は、ブリッジ 13 から与えられた信号を、内部ローカル信号と混合してから出力する。

【0040】

レシーバ (Rch) 18（入力信号測定手段）は、内部ミキサ 16 が出力した信号の S パラメータを測定する。よって、レシーバ (Rch) 18 は、ネットワークアナライザ 1 による測定系誤差要因の影響の生ずる前に、入力信号に関する S パラメータを測定する。

【0041】

測定部 20 は、ブリッジ 23、内部ミキサ 26、レシーバ (Ach) 28（被測定物信号測定手段）を有する。

【0042】

ブリッジ 23 は、信号源 10 から与えられた信号をポート 4a に向けて出力する。さらに、DUT 2 から反射されて戻ってきた信号およびDUT 2 を通過した信号を、ポート 4a を介して受け、内部ミキサ 26 に供給する。なお、DUT 2 から反射されて戻ってきた信号およびDUT 2 を通過した信号を被測定物信号という。

【0043】

内部ミキサ 26 は、ブリッジ 23 から与えられた信号を、内部ローカル信号と混合してから出力する。

【0044】

レシーバ (Ach) 28（被測定物信号測定手段）は、内部ミキサ 26 が出力した信号の S パラメータを測定する。よって、レシーバ (Ach) 28 は、被測定物信号に関する S パラメータを測定する。

【0045】

測定部 30 は、ブリッジ 33、内部ミキサ 36、レシーバ (Bch) 38（被測定物信号測定手段）を有する。

【0046】

ブリッジ 33 は、信号源 10 から与えられた信号をポート 4b に向けて出力する。さらに、DUT 2 から反射されて戻ってきた信号およびDUT 2 を通過した信号を、ポート 4

b を介して受け、内部ミキサ 36 に供給する。なお、DUT 2 から反射されて戻ってきた信号および DUT 2 を通過した信号を被測定物信号という。

【0047】

内部ミキサ 36 は、ブリッジ 33 から与えられた信号を、内部ローカル信号と混合してから出力する。

【0048】

レシーバ (Bch) 38 (被測定物信号測定手段) は、内部ミキサ 36 が出力した信号の S パラメータを測定する。よって、レシーバ (Bch) 38 は、被測定物信号に関する S パラメータを測定する。

【0049】

DUT 用ローカル信号発振器 40 は、ローカル信号 L_o (周波数 f_{L_o}) を DUT 2 に与える。

【0050】

なお、図 1 に示す状態をシグナルフローグラフで表現したものを図 3 に示す。M11、M21、M12、M22 は DUT 2 の真の (測定系誤差要因の影響を排除した) M パラメータである。

【0051】

図 3 (a) は入力信号 (周波数 f_1) を測定部 20 を介して DUT 2 に与える状態 (順経路という) を示し (端子 14a と端子 14b とが接続される)、図 3 (b) は入力信号 (周波数 f_2) を測定部 30 を介して DUT 2 に与える状態 (逆経路という) を示す (端子 14a と端子 14c とが接続される)。

【0052】

測定系誤差要因は、順経路 (図 3 (a) 参照) においては、Ed1 (ブリッジの方向性に起因する誤差)、Ei1、Eo1 (周波数トラッキングに起因する誤差)、Es1 (ソースマッチングに起因する誤差)、Eg2、EL2 がある。

【0053】

測定系誤差要因は、逆経路 (図 3 (b) 参照) においては、Ed2 (ブリッジの方向性に起因する誤差)、Ei2、Eo2 (周波数トラッキングに起因する誤差)、Es2 (ソースマッチングに起因する誤差)、Eg1、EL1 がある。

【0054】

切替器 52 は、レシーバ (Ach) 28 の測定結果を、順経路誤差要因取得部 60、誤差要因取得部 90 および回路パラメータ測定部 98 のいずれか一つに与える。

【0055】

切替器 54 は、レシーバ (Bch) 38 の測定結果を、逆経路誤差要因取得部 70、誤差要因取得部 90 および回路パラメータ測定部 98 のいずれか一つに与える。

【0056】

切替器 56 は、レシーバ (Rch) 18 の測定結果を、順経路誤差要因取得部 60、逆経路誤差要因取得部 70、誤差要因取得部 90 および回路パラメータ測定部 98 のいずれか一つに与える。

【0057】

順経路誤差要因取得部 60 は、切替器 52 を介して、レシーバ (Ach) 28 の測定結果を受ける。さらに、順経路誤差要因取得部 60 は、切替器 56 を介して、レシーバ (Rch) 18 の測定結果を受ける。そして、レシーバ (Ach) 28 の測定結果およびレシーバ (Rch) 18 の測定結果に基づき、順経路 (図 3 (a) 参照) における、Ed1、Ei1・Eo1 (=Er1)、Es1、EL2 を取得する。

【0058】

図 4 は、順経路誤差要因取得部 60 の構成を示す機能ブロック図である。順経路誤差要因取得部 60 は、切替器 62、第一順経路誤差要因取得部 64、第二順経路誤差要因取得部 66 を有する。

【0059】

切替器 62 は、レシーバ (A c h) 28 の測定結果およびレシーバ (R c h) 18 の測定結果を、第一順経路誤差要因取得部 64 あるいは第二順経路誤差要因取得部 66 に送る。具体的には、ポート 4 a に校正用具 6 (後述する) を接続したときは、第一順経路誤差要因取得部 64 に、レシーバ (A c h) 28 の測定結果およびレシーバ (R c h) 18 の測定結果を送る。ポート 4 a にポート 4 b を接続したときは、第二順経路誤差要因取得部 66 に、レシーバ (A c h) 28 の測定結果およびレシーバ (R c h) 18 の測定結果を送る。

【0060】

第一順経路誤差要因取得部 64 は、E d 1、E i 1・E o 1 (=E r 1)、E s 1 を取得する。校正用具 6 の端子 6 a とポート 4 a とが接続されている状態を図 5 に示す。校正用具 6 は、特開平 11-38054 号公報 (特許文献 1) に記載のようにオープン (開放)、ショート (短絡)、ロード (標準負荷 Z0) の三種類の状態を実現する周知のものである。

【0061】

ポート 4 a に校正用具 6 が接続されている状態をシグナルフログラフで表現したものを図 6 に示す。ここで、レシーバ (R c h) 18 の測定結果は R1(f1)、レシーバ (A c h) 28 の測定結果は A1(f1) である。R1(f1) と A1(f1) との関係は、下記の数式の通りである。

【0062】

【数 1】

$$\frac{A1(f1)}{R1(f1)} = Ed1 + \frac{Er1 \cdot X}{1 - Es1 \cdot X}$$

ここで、校正用具 6 が三種類接続されるため、R1(f1) と A1(f1) との組み合わせは三種類求められる。よって、求められる変数も E d 1、E i 1・E o 1 (=E r 1)、E s 1 という三種類の変数である。

【0063】

第二順経路誤差要因取得部 66 は、第一順経路誤差要因取得部 64 から E d 1、E i 1・E o 1 (=E r 1)、E s 1 を受け、切替器 62 を介して、レシーバ (A c h) 28 の測定結果およびレシーバ (R c h) 18 の測定結果を受ける。そして、第二順経路誤差要因取得部 66 は E L 2 を取得する。

【0064】

ポート 4 a にポート 4 b を接続した状態を図 7 に示す。ポート 4 a にポート 4 b を接続した状態をシグナルフログラフで表現したものを図 8 に示す。ここで、レシーバ (R c h) 18 の測定結果は R1(f1)、レシーバ (A c h) 28 の測定結果は A1(f1) である。また、入力信号 (周波数 f1) を測定部 20 を介してポート 4 a から出力しているものとする。R1(f1) と A1(f1) との関係は、下記の数式の通りである。

【0065】

【数 2】

$$\frac{A1(f1)}{R1(f1)} = Ed1 + \frac{Er1 \cdot EL2}{1 - Es1 \cdot EL2}$$

ここで、Ed1、Er1、Es1は既知なので、EL2を求めることができる。第二順経路誤差要因取得部66は、Ed1、Ei1・Eo1(=Er1)、Es1、EL2を測定系誤差要因記録部80に出力する。

【0066】

逆経路誤差要因取得部70は、切替器54を介して、レシーバ(Bch)38の測定結果を受ける。さらに、逆経路誤差要因取得部70は、切替器56を介して、レシーバ(Rch)18の測定結果を受ける。そして、レシーバ(Bch)38の測定結果およびレシーバ(Rch)18の測定結果に基づき、逆経路(図3(b)参照)における、Ed2、Ei2・Eo2(=Er2)、Es2、EL1を取得する。

【0067】

図9は、逆経路誤差要因取得部70の構成を示す機能ブロック図である。逆経路誤差要因取得部70は、切替器72、第一逆経路誤差要因取得部74、第二逆経路誤差要因取得部76を有する。

【0068】

切替器72は、レシーバ(Bch)38の測定結果およびレシーバ(Rch)18の測定結果を、第一逆経路誤差要因取得部74あるいは第二逆経路誤差要因取得部76に送る。具体的には、ポート4bに校正用具6を接続したときは、第一逆経路誤差要因取得部74に、レシーバ(Bch)38の測定結果およびレシーバ(Rch)18の測定結果を送る。ポート4aにポート4bを接続したときは、第二逆経路誤差要因取得部76に、レシーバ(Bch)38の測定結果およびレシーバ(Rch)18の測定結果を送る。

【0069】

第一逆経路誤差要因取得部74は、Ed2、Ei2・Eo2(=Er2)、Es2を取得する。校正用具6については、先に説明しており、説明を省略する。ここで、レシーバ(Rch)18の測定結果をR2(f2)、レシーバ(Bch)38の測定結果をB2(f2)であるとすれば、R2(f2)とB2(f2)との関係は、下記の数式の通りである。

【0070】

【数 3】

$$\frac{B2(f2)}{R2(f2)} = Ed2 + \frac{Er2 \cdot X}{1 - Es2 \cdot X}$$

ここで、校正用具 6 が三種類接続されるため、 $R2(f2)$ と $B2(f2)$ との組み合わせは三種類求められる。よって、求められる変数も $Ed2$ 、 $Ei2 \cdot Eo2 (=Er2)$ 、 $Es2$ という三種類の変数である。

【0071】

第二逆経路誤差要因取得部 76 は、第一逆経路誤差要因取得部 74 から $Ed2$ 、 $Ei2 \cdot Eo2 (=Er2)$ 、 $Es2$ を受け、切替器 72 を介して、レシーバ (Bch) 38 の測定結果およびレシーバ (Rch) 18 の測定結果を受ける。そして、第二逆経路誤差要因取得部 76 は $EL1$ を取得する。

【0072】

ここで、レシーバ (Rch) 18 の測定結果を $R2(f2)$ 、レシーバ (Bch) 38 の測定結果を $B2(f2)$ とすると、 $R2(f2)$ と $B2(f2)$ との関係は、下記の数式の通りである。なお、入力信号 (周波数 $f2$) を測定部 30 を介してポート 4b から出力しているものとする。

【0073】

【数 4】

$$\frac{B2(f2)}{R2(f2)} = Ed2 + \frac{Er2 \cdot EL1}{1 - Es2 \cdot EL1}$$

ここで、 $Ed2$ 、 $Er2$ 、 $Es2$ は既知なので、 $EL1$ を求めることができる。第二逆経路誤差要因取得部 76 は、 $Ed2$ 、 $Ei2 \cdot Eo2 (=Er2)$ 、 $Es2$ 、 $EL1$ を測定系誤差要因記録部 80 に出力する。

【0074】

測定系誤差要因記録部 80 は、順経路誤差要因取得部 60 から $Ed1$ 、 $Ei1 \cdot Eo1 (=Er1)$ 、 $Es1$ 、 $EL2$ を受け、逆経路誤差要因取得部 70 から $Ed2$ 、 $Ei2 \cdot Eo2 (=Er2)$ 、 $Es2$ 、 $EL1$ を受けて記録する。 $Ed1$ 、 $Er1$ 、 $Es1$ 、 $EL2$ 、 $Ed2$ 、 $Er2$ 、 $Es2$ 、 $EL1$ は、被測定物の周波数変換とは無関係に生ずる測定系誤差要因である。

【0075】

誤差要因取得部 90 は、周波数変換によって生じる伝送トラッキングを取得する。なお、伝送トラッキング $Et21$ 、 $Et12$ は、それぞれ、 $Et21 = Ei1 \cdot Eg2$ 、 $Et12 = Ei2 \cdot Eg1$ として定義される。伝送トラッキングは、被測定物の周波数変換によって生ずる測定系誤差要因である。

【0076】

また、伝送トラッキングを取得する際には、図 11 に示すように、校正用ミキサ 8 をネットワークアナライザ 1 に接続する。校正用ミキサ 8 は、 $DUT2$ と、ほぼ同様なものである。ただし、第一係数を $M11'$ および $M22'$ とし、第二係数を $M12'$ および $M21'$ とすれば、 $|M12'|$ と $|M21'|$ との比が一定、もし校正用ミキサ 8 として双方向性ミキサを使用する場合は $|M12'| = |M21'|$ である。

【0077】

このような校正用ミキサ 8 に、入力信号 (周波数 $f1$) を測定部 20 を介して与え、さらに、入力信号 (周波数 $f2$) を測定部 30 を介して与え、そのときのレシーバ (Rch) 18 の測定結果、レシーバ (Ach) 28 の測定結果およびレシーバ (Bch) 38 の測定結果に基づき、伝送トラッキングが取得される。

【0078】

図10は、誤差要因取得部90の構成を示す機能ブロック図である。誤差要因取得部90は、測定系誤差要因読出部910、切替器922、順経路測定データ取得部924、逆経路測定データ取得部926、回路パラメータ取得部（校正用係数出力手段）928、伝送トラッキング取得部930を有する。

【0079】

測定系誤差要因読出部910は、測定系誤差要因記録部80からEd1、Er1、Es1、EL2、Ed2、Er2、Es2、EL1を読み出して、伝送トラッキング取得部930に出力する。

【0080】

切替器922は、レシーバ(Rch)18の測定結果、レシーバ(Ach)28の測定結果およびレシーバ(Bch)38の測定結果を、順経路測定データ取得部924または逆経路測定データ取得部926に送る。具体的には、入力信号（周波数f1）を測定部20を介して与えたときは（端子14aと端子14bとを接続する）、順経路測定データ取得部924に測定結果を送る。入力信号（周波数f2）を測定部30を介して与えたときは（端子14aと端子14cとを接続する）、逆経路測定データ取得部926に測定結果を送る。

【0081】

順経路測定データ取得部924は、切替器922から受けたレシーバ(Rch)18の測定結果をR1(f1)、レシーバ(Ach)28の測定結果をA1(f1)、レシーバ(Bch)38の測定結果をB1(f2)として、回路パラメータ取得部928に出力する。

【0082】

逆経路測定データ取得部926は、切替器922から受けたレシーバ(Rch)18の測定結果をR2(f2)、レシーバ(Ach)28の測定結果をA2(f1)、レシーバ(Bch)38の測定結果をB2(f2)として、回路パラメータ取得部928に出力する。

【0083】

回路パラメータ取得部（校正用係数出力手段）928は、順経路測定データ取得部924から受けたR1(f1)、A1(f1)、B1(f2)および逆経路測定データ取得部926から受けたR2(f2)、A2(f1)、B2(f2)に基づき、校正用ミキサ8のMパラメータを取得する。

【0084】

回路パラメータ取得部928により取得されたMパラメータをM11m'、M12m'、M21m'およびM22m' とすると

$$M11m' = A1(f1) / R1(f1)$$

$$M12m' = A2(f1) / R2(f2)$$

$$M21m' = B1(f2) / R1(f1)$$

$$M22m' = B2(f2) / R2(f2)$$

となる。

【0085】

伝送トラッキング取得部930は、回路パラメータ取得部928により取得された校正用ミキサ8のMパラメータM11m'、M12m'、M21m'、M22m' と、測定系誤差要因読出部910により読み出されたEd1、Er1、Es1、EL2、Ed2、Er2、Es2、EL1を受けて、伝送トラッキングEt21、Et12を取得する。

【0086】

まず、ネットワークアナライザ1を詳細に解析することにより、下記の式1のような関係があることがわかる。証明は、後述する。また、EL1、EL2のLを小文字のlと表記する。

【0087】

【数 5】

$$\begin{aligned} Eg_1 &= \left(1 - Ed_1 \frac{Es_1 - El_1}{Er_1}\right) Eo_1 \\ Eg_2 &= \left(1 - Ed_2 \frac{Es_2 - El_2}{Er_2}\right) Eo_2 \end{aligned} \quad (\text{式 1})$$

よって、 $X = Eo_2 / Eo_1$ とおくと、伝送トラッキング Et_{21} 、 Et_{12} は下記の式 2 のように表される。また、 EL_1 、 EL_2 の L を小文字の l と表記する。

【0088】

【数 6】

$$\begin{aligned} Et_{21} &= Er_1 X \left(1 - Ed_2 \frac{Es_2 - El_2}{Er_2}\right) \\ Et_{12} &= Er_2 \frac{1}{X} \left(1 - Ed_1 \frac{Es_1 - El_1}{Er_1}\right) \end{aligned} \quad (\text{式 2})$$

なお、 Eo_1 は、被測定物信号が DUT 2 の第一端子 2a より周波数変換を伴わないで出力されてからレシーバ (Ach) 28 により受信されるまでに生じる誤差要因である。 Eo_2 は、被測定物信号が DUT 2 の第二端子 2b より周波数変換を伴わないで出力されてからレシーバ (Bch) 38 により受信されるまでに生じる誤差要因である。

【0089】

Ed_1 、 Er_1 、 Es_1 、 EL_1 、 Ed_2 、 Er_2 、 Es_2 および EL_2 は、測定系誤差要因読出部 910 により読み出されたものを用いればよい。よって、 X がわかれば、伝送トラッキング Et_{21} 、 Et_{12} を求めることができる。

【0090】

ここで、校正用ミキサ 8 の M パラメータ M_{11}' 、 M_{12}' 、 M_{21}' 、 M_{22}' と、回路パラメータ取得部 928 により取得された校正用ミキサ 8 の M パラメータの測定結果 M_{11m}' 、 M_{12m}' 、 M_{21m}' 、 M_{22m}' とは下記の式 3 のような関係がある。ただし、 M_{11}' 等の' (ダッシュ) を省略し、 M_{11} 等と表記している。また、 EL_1 、 EL_2 の L を小文字の l と表記する。

【0091】

【数 7】

$$\begin{pmatrix} M_{11} & M_{12} \\ M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{M_{11m} - Ed_1}{Er_1} & \frac{M_{12m}}{Et_{12}} \\ \frac{M_{21m}}{Et_{21}} & \frac{M_{22m} - Ed_2}{Er_2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 + Es_1 \frac{M_{11m} - Ed_1}{Er_1} & El_1 \frac{M_{12m}}{Et_{12}} \\ El_2 \frac{M_{21m}}{Et_{21}} & 1 + Es_2 \frac{M_{22m} - Ed_2}{Er_2} \end{pmatrix}^{-1} \quad (\text{式 3})$$

式 2 を式 3 に適用し、 M_{21}' / M_{12}' を求めると、下記の式 4 のようになる。ただし、 M_{11}' 等の' (ダッシュ) を省略し、 M_{11} 等と表記している。また、 EL_1 、 EL_2 の L を小文字の l と表記する。

【0092】

【数8】

$$\frac{M_{21}}{M_{12}} = \frac{1}{X^2} \cdot \frac{M_{21m} \left(1 - Ed_1 \frac{Es_1 - El_1}{Er_1} \right) [Er_2 + (M_{22m} - Ed_2)(Es_2 - El_2)]}{M_{12m} \left(1 - Ed_2 \frac{Es_2 - El_2}{Er_2} \right) [Er_1 + (M_{11m} - Ed_1)(Es_1 - El_1)]} \quad (式4)$$

ここで、 $|M_{12}'| = |M_{21}'|$ なので、 $M_{12}' = M_{21}' \times e^{\theta}$ である。ただし、 θ はローカル信号 L_o の位相により決まる定数である。式4を X について解き、下記の式5を得る。ただし、 M_{11}' 等の' (ダッシュ) を省略し、 M_{11} 等と表記している。また、 EL_1 、 EL_2 の L を小文字の l と表記する。

【0093】

【数9】

$$X = e^{\frac{\theta}{2}} \sqrt{\frac{M_{21m} \left(1 - Ed_1 \frac{Es_1 - El_1}{Er_1} \right) [Er_2 + (M_{22m} - Ed_2)(Es_2 - El_2)]}{M_{12m} \left(1 - Ed_2 \frac{Es_2 - El_2}{Er_2} \right) [Er_1 + (M_{11m} - Ed_1)(Es_1 - El_1)]}} \quad (式5)$$

なお、順経路誤差要因取得部60あるいは逆経路誤差要因取得部70により測定系誤差要因を取得している間の任意の時点を基準とし、この基準時点における θ を0とすれば、式5における θ を定めることができる。

【0094】

よって、測定系誤差要因記録部80に記録された Ed_1 、 Er_1 、 Es_1 、 EL_1 、 Ed_2 、 Er_2 、 Es_2 、 EL_2 と、回路パラメータ取得部(校正用係数出力手段)928が取得した校正用ミキサ8の M パラメータ M_{11m}' 、 M_{12m}' 、 M_{21m}' 、 M_{22m}' とに基づき、 X を求め(式5)、 X に基づき伝送トラッキング Et_{21} 、 Et_{12} を取得できる(式2)。

【0095】

回路パラメータ測定部98は、 DUT_2 の真の M パラメータを取得する。なお、真の M パラメータというのは、誤差要因の影響を除去したことを意味している。

【0096】

また、 DUT_2 の真の M パラメータを取得する際には、図1に示すように、 DUT_2 をネットワークアナライザ1に接続する。 DUT_2 に、入力信号(周波数 f_1) を測定部20を介して与え、さらに、入力信号(周波数 f_2) を測定部30を介して与え、そのときのレシーバ(Rch)18の測定結果、レシーバ(Ach)28の測定結果およびレシーバ(Bch)38の測定結果に基づき、 DUT_2 の真の M パラメータが取得される。

【0097】

図12は、回路パラメータ測定部98の構成を示す機能ブロック図である。回路パラメータ測定部98は、測定系誤差要因読出部980、切替器982、順経路測定データ取得部984、逆経路測定データ取得部986、回路パラメータ取得部988、真値回路パラメータ取得部989を有する。

【0098】

測定系誤差要因読出部980は、測定系誤差要因記録部80からEd1、Er1、Es1、EL2、Ed2、Er2、Es2、EL1を読み出して、真値回路パラメータ取得部989に出力する。

【0099】

切替器982は、レシーバ(Rch)18の測定結果、レシーバ(Ach)28の測定結果およびレシーバ(Bch)38の測定結果を、順経路測定データ取得部984または逆経路測定データ取得部986に送る。具体的には、入力信号(周波数f1)を測定部20を介して与えたときは(端子14aと端子14bとを接続する)、順経路測定データ取得部984に測定結果を送る。入力信号(周波数f2)を測定部30を介して与えたときは(端子14aと端子14cとを接続する)、逆経路測定データ取得部986に測定結果を送る。

【0100】

順経路測定データ取得部984は、切替器982から受けたレシーバ(Rch)18の測定結果をR1(f1)、レシーバ(Ach)28の測定結果をA1(f1)、レシーバ(Bch)38の測定結果をB1(f2)として、回路パラメータ取得部988に出力する。

【0101】

逆経路測定データ取得部986は、切替器982から受けたレシーバ(Rch)18の測定結果をR2(f2)、レシーバ(Ach)28の測定結果をA2(f1)、レシーバ(Bch)38の測定結果をB2(f2)として、回路パラメータ取得部988に出力する。

【0102】

回路パラメータ取得部988は、順経路測定データ取得部984から受けたR1(f1)、A1(f1)、B1(f2)および逆経路測定データ取得部986から受けたR2(f2)、A2(f1)、B2(f2)に基づき、DUT2のMパラメータを取得する。

【0103】

回路パラメータ取得部988により取得されたMパラメータをM11m、M12m、M21mおよびM22mとすると

$$M11m = A1(f1) / R1(f1)$$

$$M12m = A2(f1) / R2(f2)$$

$$M21m = B1(f2) / R1(f1)$$

$$M22m = B2(f2) / R2(f2)$$

となる。

【0104】

真値回路パラメータ取得部989は、回路パラメータ取得部988により取得されたDUT2のMパラメータM11m、M12m、M21m、M22mと、測定系誤差要因読出部980により読み出されたEd1、Er1、Es1、EL2、Ed2、Er2、Es2、EL1と、誤差要因取得部90により取得された伝送トラッキングEt21、Et12を受けて、DUT2の真のMパラメータM11、M12、M21、M22を取得する。

【0105】

DUT2の真のMパラメータM11、M12、M21、M22は式3により求めることができる。

【0106】

次に、本発明の実施形態の動作を説明する。図13は、本発明の実施形態の動作を示すフローチャートである。

【0107】

まず、ネットワークアナライザ1の測定系誤差要因(E_d、E_r、E_s、E_L、E_t)を取得する(S10)。なお、E_dはEd1およびEd2を、E_rはEr1およびEr2を、E_sはEs1およびEs2を、E_LはEL1およびEL2を、E_tはEt21およびEt12をまとめて表記したものである。

【0108】

次に、ネットワークアナライザ1にDUT2を接続して、DUT2のMパラメータを測

定する (S20)。

【0109】

図14は、ネットワークアナライザ1の測定系誤差要因 (E_d 、 E_r 、 E_s 、 E_L 、 E_t) の取得の手順を示すフローチャートである。

【0110】

まず、校正用具6を使用して、 E_d 、 E_r 、 E_s を測定する (S102)。

【0111】

詳細には、まず、ポート4aに三種類 (オープン (開放)、ショート (短絡)、ロード (標準負荷Z0)) の校正用具6を接続する。このときの、レシーバ (A c h) 28の測定結果およびレシーバ (R c h) 18の測定結果が、切替器62を介して、第一順経路誤差要因取得部64に与えられる。第一順経路誤差要因取得部64は、 E_{d1} 、 E_{r1} 、 E_{s1} を求める。

【0112】

そして、ポート4bに三種類 (オープン (開放)、ショート (短絡)、ロード (標準負荷Z0)) の校正用具6を接続する。このときの、レシーバ (B c h) 38の測定結果およびレシーバ (R c h) 18の測定結果が、切替器72を介して、第一逆経路誤差要因取得部74に与えられる。第一逆経路誤差要因取得部74は、 E_{d2} 、 E_{r2} 、 E_{s2} を求める。

【0113】

次に、ポート4aとポート4bとを直結して、 E_L を測定する (S104)。

【0114】

詳細には、入力信号 (周波数 f_1) を測定部20を介してポート4aから出力する。このときの、レシーバ (A c h) 28の測定結果およびレシーバ (R c h) 18の測定結果が、切替器62を介して、第二順経路誤差要因取得部66に与えられる。第二順経路誤差要因取得部66は、 E_{L2} を求める。第二順経路誤差要因取得部66は、 E_{d1} 、 E_{r1} 、 E_{s1} 、 E_{L2} を測定系誤差要因記録部80に出力する。

【0115】

そして、入力信号 (周波数 f_2) を測定部30を介してポート4bから出力する。このときの、レシーバ (B c h) 38の測定結果およびレシーバ (R c h) 18の測定結果が、切替器72を介して、第二逆経路誤差要因取得部76に与えられる。第二逆経路誤差要因取得部76は、 E_{L1} を求める。第二逆経路誤差要因取得部76は、 E_{d2} 、 E_{r2} 、 E_{s2} 、 E_{L1} を測定系誤差要因記録部80に出力する。

【0116】

次に、校正用ミキサ8をネットワークアナライザ1に接続して、R、A、Bを測定する (S106)。なお、Rは $R1(f_1)$ および $R2(f_2)$ 、Aは $A1(f_1)$ および $A2(f_1)$ 、Bは $B1(f_2)$ および $B2(f_2)$ をまとめて表記したものである。

【0117】

詳細には、入力信号 (周波数 f_1) を測定部20を介して与える。そのときのレシーバ (R c h) 18の測定結果、レシーバ (A c h) 28の測定結果およびレシーバ (B c h) 38の測定結果が、切替器922を介して、順経路測定データ取得部924に与えられる。順経路測定データ取得部924は、 $R1(f_1)$ 、 $A1(f_1)$ 、 $B1(f_2)$ を、回路パラメータ取得部928に出力する。

【0118】

そして、入力信号 (周波数 f_2) を測定部30を介して与える。そのときのレシーバ (R c h) 18の測定結果、レシーバ (A c h) 28の測定結果およびレシーバ (B c h) 38の測定結果が、切替器922を介して、逆経路測定データ取得部926に与えられる。逆経路測定データ取得部926は、 $R2(f_2)$ 、 $A2(f_1)$ 、 $B2(f_2)$ を、回路パラメータ取得部928に出力する。

【0119】

回路パラメータ取得部928は、校正用ミキサ8のMパラメータ $M_{11m'}$ 、 $M_{12m'}$ 、 M_{21m}

’ および M_{22m} ’ を求める。

【0120】

最後に、伝送トラッキング取得部 930 は、回路パラメータ取得部 928 により取得された校正用ミキサ 8 の M パラメータ M_{11m} ’、 M_{12m} ’、 M_{21m} ’、 M_{22m} ’ と、測定系誤差要因読出部 910 により読み出された E_{d1} 、 E_{r1} 、 E_{s1} 、 E_{L2} 、 E_{d2} 、 E_{r2} 、 E_{s2} 、 E_{L1} を受けて、伝送トラッキング E_{t21} 、 E_{t12} を取得する (S108)。

【0121】

具体的には、式 5 により X を求め、式 2 に代入すれば、伝送トラッキング E_{t21} 、 E_{t12} を取得できる。

【0122】

図 15 は、DUT2 の M パラメータの取得の手順を示すフローチャートである。

【0123】

まず、DUT2 をネットワークアナライザ 1 に接続し、R、A、B を測定する (S202)。

【0124】

詳細には、入力信号 (周波数 f_1) を測定部 20 を介して与える。そのときのレシーバ (Rch) 18 の測定結果、レシーバ (Ach) 28 の測定結果およびレシーバ (Bch) 38 の測定結果が、切替器 982 を介して、順経路測定データ取得部 984 に与えられる。順経路測定データ取得部 984 は、 $R_1(f_1)$ 、 $A_1(f_1)$ 、 $B_1(f_2)$ を、回路パラメータ取得部 988 に出力する。

【0125】

入力信号 (周波数 f_2) を測定部 30 を介して与える。そのときのレシーバ (Rch) 18 の測定結果、レシーバ (Ach) 28 の測定結果およびレシーバ (Bch) 38 の測定結果が、切替器 982 を介して、逆経路測定データ取得部 986 に与えられる。逆経路測定データ取得部 986 は、 $R_2(f_2)$ 、 $A_2(f_1)$ 、 $B_2(f_2)$ を、回路パラメータ取得部 988 に出力する。

【0126】

次に、回路パラメータ取得部 988 は、DUT2 の M パラメータ M_{11m} 、 M_{12m} 、 M_{21m} および M_{22m} を決定する (S204)。

【0127】

最後に、真値回路パラメータ取得部 989 は、回路パラメータ取得部 988 により取得された DUT2 の M パラメータ M_{11m} 、 M_{12m} 、 M_{21m} 、 M_{22m} と、測定系誤差要因読出部 980 により読み出された E_{d1} 、 E_{r1} 、 E_{s1} 、 E_{L2} 、 E_{d2} 、 E_{r2} 、 E_{s2} 、 E_{L1} と、誤差要因取得部 90 により取得された伝送トラッキング E_{t21} 、 E_{t12} を受けて、DUT2 の真の M パラメータ M_{11} 、 M_{12} 、 M_{21} 、 M_{22} を取得する (S206)。

【0128】

本発明の実施形態によれば、伝送トラッキング E_{t21} 、 E_{t12} を求めるために、(1) ポート 4a に校正用具 6 を接続し、ポート 4b に校正用具 6 を接続する、(2) ポート 4a およびポート 4b を直結する、(3) 校正用ミキサ 8 をポート 4a およびポート 4b に接続する、といった位相を取得できるような工程を行なうので、伝送トラッキング誤差の位相が取得できるようにして、測定系の誤差を補正することができる。

【0129】

なお、本発明の実施形態においては、ネットワークアナライザ 1 が入力信号を出力し、DUT2 からの被測定物信号を受けるためのポートが 2 ポート (ポート 4a、4b) のものを説明した。しかし、このようなポートが 3 個以上あってもかまわない。

【0130】

例えば、図 16 に示すように、ポート 4a、4b の他に、ポート 4d、4e があってもよい。図 16 に示す変形例 (その 1) は、ポート 4d、4e、スイッチ 14 の端子 14d、14e、ブリッジ 123、133、内部ミキサ 126、136、レシーバ (Dch) 128 (被測定物信号測定手段)、レシーバ (Cch) 138 (被測定物信号測定手段) が

ネットワークアナライザ1に新たに加わったものである。他の部分は、先に説明した通りである。なお、図16においては、DUT用ローカル信号発振器40、切替器52、54、56、順経路誤差要因取得部60、逆経路誤差要因取得部70、測定系誤差要因記録部80、誤差要因取得部90、回路パラメータ測定部98を図示の便宜上、図示省略している。

【0131】

スイッチ14の端子14d、14eは、ブリッジ133、123に接続されている。

【0132】

ブリッジ123、133は、信号源10から与えられた信号をポート4e、4dに向けて出力する。さらに、被測定物から反射されて戻ってきた信号および被測定物を通過した信号を、ポート4e、4dを介して受け、内部ミキサ126、136に供給する。

【0133】

内部ミキサ126、136は、ブリッジ123、133から与えられた信号を、内部ローカル信号と混合してから出力する。

【0134】

レシーバ(Dch)128、レシーバ(Cch)138は、内部ミキサ126、136が出力した信号のSパラメータを測定する。

【0135】

例えば、図17に示すように、ポート4a、4bの他に、ポート4d、4eがあってもよい。図17に示す変形例(その2)は、図16に示す変形例(その1)から、ブリッジ13、内部ミキサ16、レシーバ(Rch)18を除去し、かわりに、ブリッジ13b、13c、13d、13e、内部ミキサ16b、16c、16d、16e、レシーバ(Rch)18b、18c、18d、18eを有するものである。なお、図17においては、DUT用ローカル信号発振器40、切替器52、54、56、順経路誤差要因取得部60、逆経路誤差要因取得部70、測定系誤差要因記録部80、誤差要因取得部90、回路パラメータ測定部98を図示の便宜上、図示省略している。

【0136】

スイッチ14の端子14b、14c、14d、14eは、ブリッジ13b、13c、13d、13eに接続されている。

【0137】

ブリッジ13b、13c、13d、13eは、信号源10から与えられた信号を、ブリッジ23、33、133、123を介して、ポート4a、4b、4d、4eに向けて出力する。さらに、被測定物から反射されて戻ってきた信号および被測定物を通過した信号を、ポート4a、4b、4d、4eを介して受け、内部ミキサ16b、16c、16d、16eに供給する。

【0138】

内部ミキサ16b、16c、16d、16eは、ブリッジ13b、13c、13d、13eから与えられた信号を、内部ローカル信号と混合してから出力する。

【0139】

レシーバ(Rch)18b、18c、18d、18eは、内部ミキサ16b、16c、16d、16eが出力した信号のSパラメータを測定する。

【0140】

図17に示す変形例(その2)によれば、 $E_{s1} = E_{L1}$ 、 $E_{s2} = E_{L2}$ 、…が成立するため、計測や演算が容易になる。

【0141】

また、上記の実施形態は、以下のようにして実現できる。CPU、ハードディスク、メディア(フロッピー(登録商標)ディスク、CD-ROMなど)読み取り装置を備えたコンピュータのメディア読み取り装置に、上記の各部分(例えば順経路誤差要因取得部60、逆経路誤差要因取得部70、測定系誤差要因記録部80および誤差要因取得部90)を実現するプログラムを記録したメディアを読み取らせて、ハードディスクにインストール

する。このような方法でも、上記の実施形態を実現できる。

【式 1 の証明】

SG1からPort1までの経路を、図 18 のように、A,B,Cのブロックに分ける。SWを1:FWD側(信号を出力するとき)と2:REV側(信号を出力しないとき)に切り替えたとき、状態が変化するのはCブロックのみである。

【0142】

ここで、

Aブロックの反射係数と伝送係数をそれぞれAx, Ay

BブロックのSパラメータをBij(i, j=1, 2, 3)

SWが1:FWD側のときのCブロックの反射係数と伝送係数をCx, Cy

SWが2:REV側のときのCブロックの反射係数をCz

とすると、FWDの系は、図 19 に示すようなシグナルフローグラフで表され、REVの系は、図 20 に示すようなシグナルフローグラフで表される。

【0143】

ここで、レシーバの検波値とPort1の信号、すなわち、

R1(f1), A1(f1), A2(f1), a1(f1), b1(f1), a1'(f1), b1'(f1)

の依存関係だけに着目するために、変数を集約すると、図 19 に示すようなシグナルフローグラフは図 21 のように、図 20 に示すようなシグナルフローグラフは図 22 のように変形できる。

【0144】

P11, P21, P12, P22, Qx, QyはそれぞれBij(i, j=1, 2, 3), Ax, Ayの関数であるが、その関数を書き下した式はこの後の計算で使わないため、明記しない。

【0145】

図 21 に示すシグナルフローグラフが、図 23 に示す測定系の誤差要因に対応する。図 22 に示すシグナルフローグラフが、図 24 に示す測定系の誤差要因に対応する。

【0146】

ゆえに、数式での対応関係は次のようになる。

【0147】

【数 10】

FWD :

$$Ed_1 = Cy \frac{1}{1 - P_{11} Cx} Qx$$

$$Es_1 = P_{22} + P_{12} \frac{Cx}{1 - P_{11} Cx} P_{21}$$

$$Ei_1 = Cy \frac{1}{1 - P_{11} Cx} P_{21}$$

$$Eo_1 = Qy + P_{12} \frac{Cx}{1 - P_{11} Cx} Qx$$

REV :

$$El_1 = P_{22} + P_{12} \frac{Cz}{1 - P_{11} Cz} P_{21}$$

$$Eg_1 = Qy + P_{12} \frac{Cz}{1 - P_{11} Cz} Qx$$

したがって、以下のように計算される。

【0148】

【数 11】

$$\begin{aligned}
 Ed_1 \frac{Es_1 - El_1}{Ei_1} &= \dots = P_{12} Qx \frac{Cx - Cz}{(1 - P_{11} Cx)(1 - P_{11} Cz)} \\
 Eo_1 - Eg_1 &= \dots = P_{12} Qx \frac{Cx - Cz}{(1 - P_{11} Cx)(1 - P_{11} Cz)} \\
 \therefore Ed_1 \frac{Es_1 - El_1}{Ei_1} &= Eo_1 - Eg_1 \\
 \Leftrightarrow Eg_1 &= Eo_1 - Ed_1 \frac{Es_1 - El_1}{Ei_1} = \left(1 - Ed_1 \frac{Es_1 - El_1}{Ei_1 Eo_1}\right) Eo_1 = \left(1 - Ed_1 \frac{Es_1 - El_1}{Er_1}\right) Eo_1 \\
 \therefore Eg_1 &= \left(1 - Ed_1 \frac{Es_1 - El_1}{Er_1}\right) Eo_1
 \end{aligned}$$

[式 1 の証明終わり]

【図面の簡単な説明】

【0149】

【図 1】本発明の実施の形態に係るネットワークアナライザ 1 の構成を示したブロック図である。

【0150】

【図 2】DUT 2 の構成を示す図（図 2（a））および第一端子 2 a および第二端子 2 b に入出力される信号の関係を示す図（図 2（b））である。

【0151】

【図 3】入力信号（周波数 f_1 ）を測定部 20 を介して DUT 2 に与える状態（順経路という）を示す図（端子 14 a と端子 14 b とが接続される）（図 3（a））、入力信号（周波数 f_2 ）を測定部 30 を介して DUT 2 に与える状態（逆経路という）を示す図（端子 14 a と端子 14 c とが接続される）（図 3（b））である。

【0152】

【図 4】順経路誤差要因取得部 60 の構成を示す機能ブロック図である。

【0153】

【図 5】校正用具 6 の端子 6 a とポート 4 a とが接続されている状態を示す図である。

【0154】

【図 6】ポート 4 a に校正用具 6 が接続されている状態を表現したシグナルフロークラフである。

【0155】

【図 7】ポート 4 a にポート 4 b を接続した状態を示す図である。

【0156】

【図 8】ポート 4 a にポート 4 b を接続した状態を表現したシグナルフロークラフである。

【0157】

【図 9】逆経路誤差要因取得部 70 の構成を示す機能ブロック図である。

【0158】

【図 10】誤差要因取得部 90 の構成を示す機能ブロック図である。

【0 1 5 9】

【図 1 1】 ネットワークアナライザ 1 に接続した状態の校正用ミキサ 8 を示す図である。

【0 1 6 0】

【図 1 2】 回路パラメータ測定部 9 8 の構成を示す機能ブロック図である。

【0 1 6 1】

【図 1 3】 本発明の実施形態の動作を示すフローチャートである。

【0 1 6 2】

【図 1 4】 ネットワークアナライザ 1 の測定系誤差要因 (E_d 、 E_r 、 E_s 、 E_L 、 E_t) の取得の手順を示すフローチャートである。

【0 1 6 3】

【図 1 5】 DUT 2 の M パラメータの取得の手順を示すフローチャートである。

【0 1 6 4】

【図 1 6】 変形例 (その 1) に係るネットワークアナライザ 1 の構成を示したブロック図である。

【0 1 6 5】

【図 1 7】 変形例 (その 2) に係るネットワークアナライザ 1 の構成を示したブロック図である。

【0 1 6 6】

【図 1 8】 式 1 を証明するために参照する、ネットワークアナライザ 1 の構成を示したブロック図である。

【0 1 6 7】

【図 1 9】 図 1 8 に示すネットワークアナライザ 1 における FWD の系を表現したシグナルフロログラフである。

【0 1 6 8】

【図 2 0】 図 1 8 に示すネットワークアナライザ 1 における REV の系を表現したシグナルフロログラフである。

【0 1 6 9】

【図 2 1】 図 1 9 に示すようなシグナルフロログラフを変形したものである。

【0 1 7 0】

【図 2 2】 図 2 0 に示すようなシグナルフロログラフを変形したものである。

【0 1 7 1】

【図 2 3】 図 2 1 に示すシグナルフロログラフが対応する測定系の誤差要因を示す図である。

【0 1 7 2】

【図 2 4】 図 2 2 に示すシグナルフロログラフが対応する測定系の誤差要因を示す図である。

【0 1 7 3】

【図 2 5】 従来技術にかかる被測定物 (DUT) の回路パラメータの測定法を説明するための図である。

【0 1 7 4】

【図 2 6】 従来技術にかかる周波数 $f_1 = f_2$ の場合の信号源 1 1 0 に関するシグナルフロログラフである。

【0 1 7 5】

【図 2 7】 従来技術にかかる周波数 f_1 が周波数 f_2 と等しくない場合の信号源 1 1 0 に関するシグナルフロログラフである。

【0 1 7 6】

【図 2 8】 従来技術にかかる信号源 1 1 0 と受信部 1 2 0 とを直結した場合のシグナルフロログラフである。

【符号の説明】

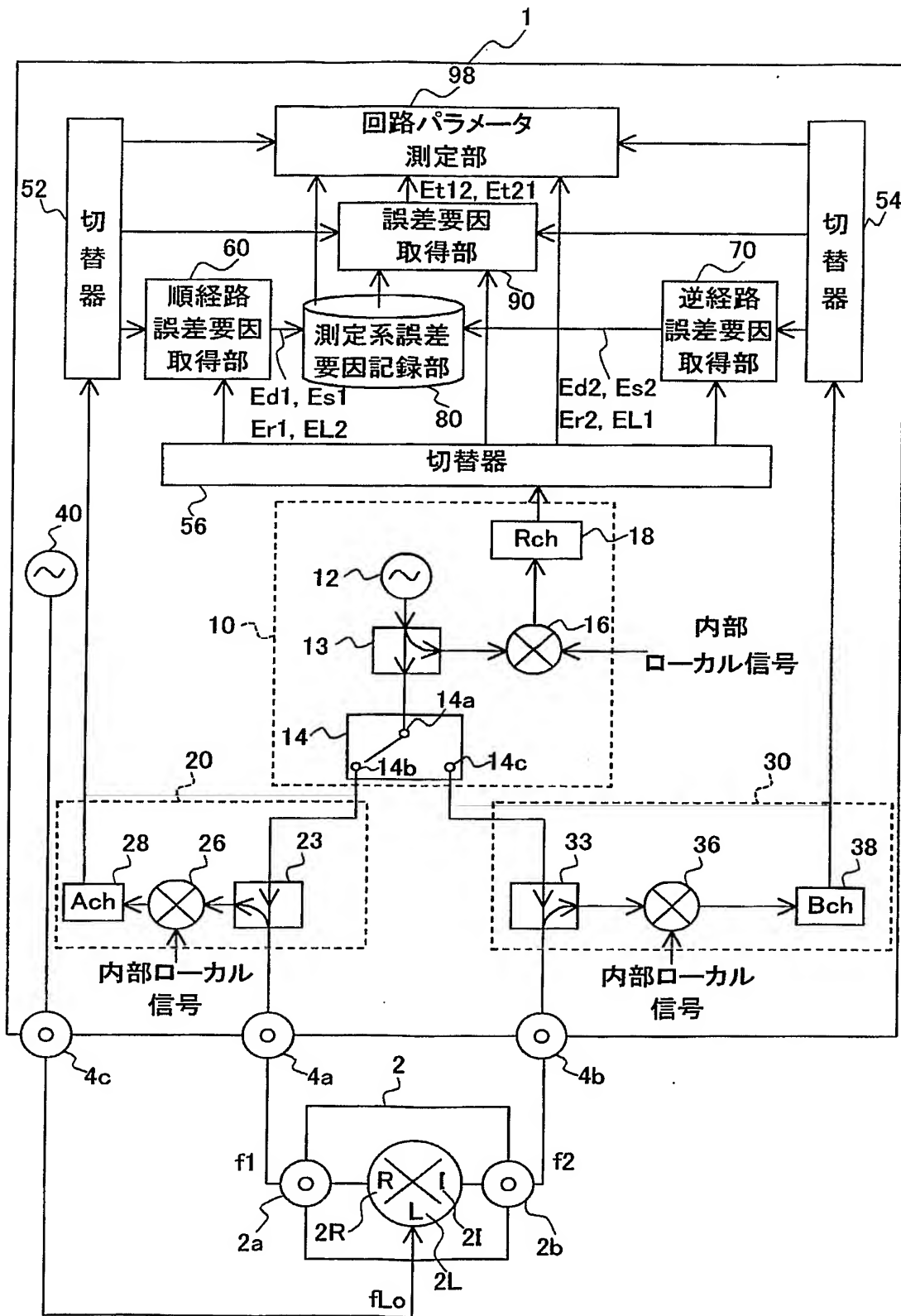
【 0 1 7 7 】

- 1 ネットワークアナライザ
- 4 a、4 b ポート
- 4 c DUT用ローカル信号ポート
- 1 0 信号源
- 1 8 レシーバ (R c h) (入力信号測定手段)
- 2 8 レシーバ (A c h) (被測定物信号測定手段)
- 3 8 レシーバ (B c h) (被測定物信号測定手段)
- 2 0、3 0 測定部
- 4 0 DUT用ローカル信号発振器
- 5 2、5 4、5 6 切替器
- 6 0 順経路誤差要因取得部
- 7 0 逆経路誤差要因取得部
- 8 0 測定系誤差要因記録部
- 9 0 誤差要因取得部
- 9 1 0 測定系誤差要因読出部
- 9 2 2 切替器
- 9 2 4 順経路測定データ取得部
- 9 2 6 逆経路測定データ取得部
- 9 2 8 回路パラメータ取得部 (校正用係数出力手段)
- 9 3 0 伝送トラッキング取得部
- 9 8 回路パラメータ測定部
- 2 DUT
- 2 a 第一端子
- 2 b 第二端子
- 2 R R F信号処理部
- 2 I I F信号処理部
- 2 L ローカル信号処理部

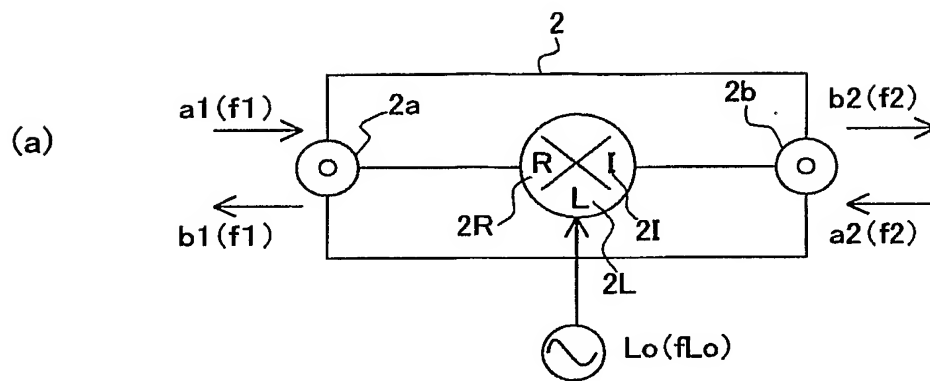


【書類名】 図面

【図 1】



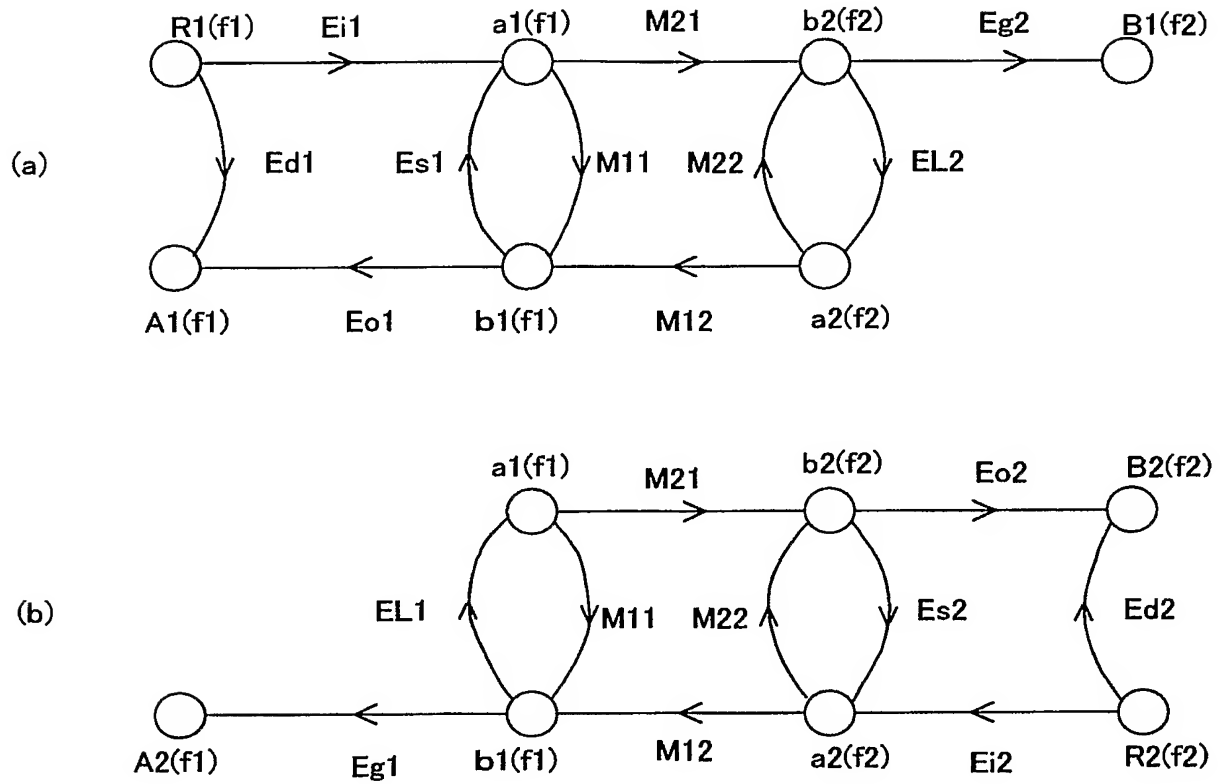
【図 2】



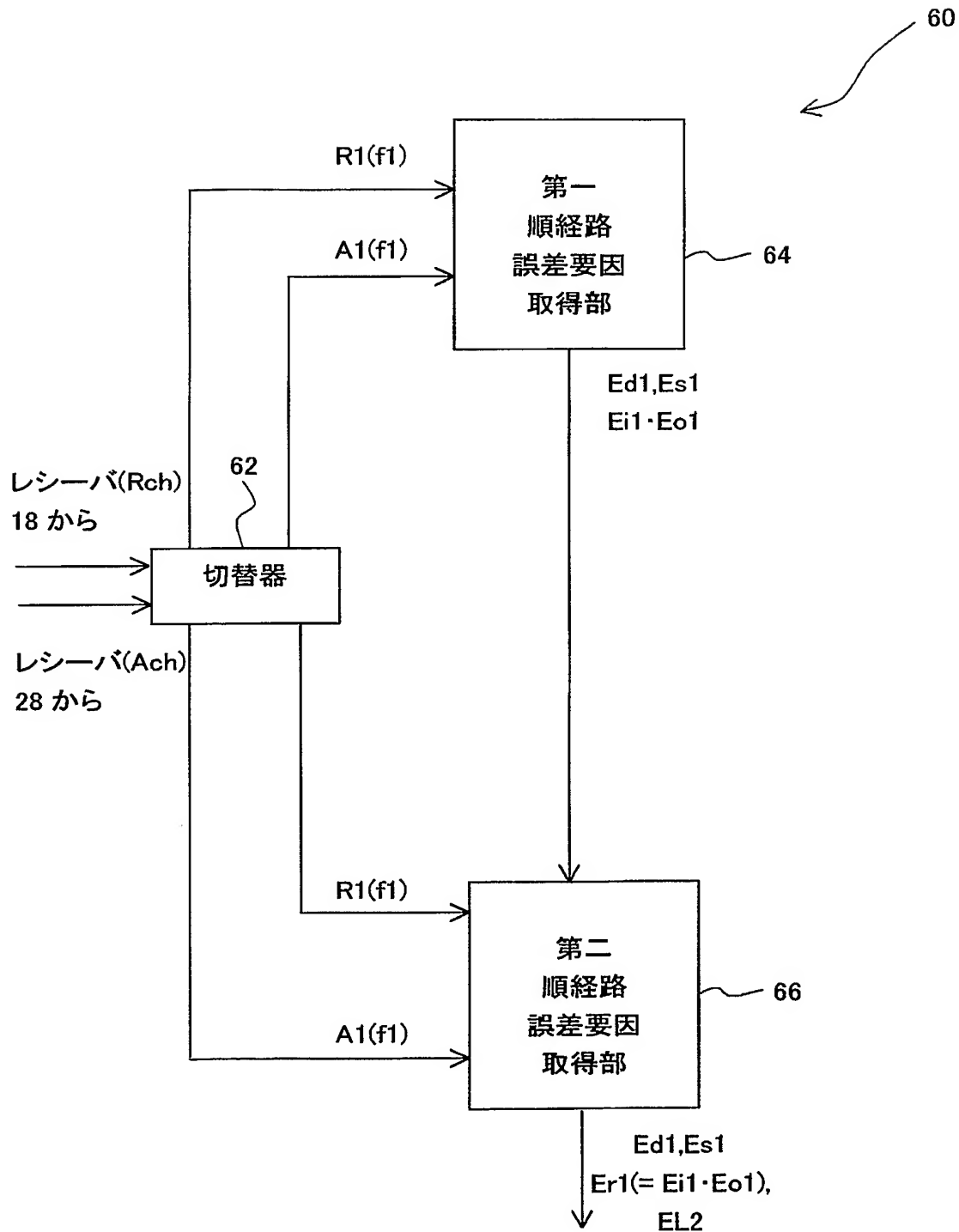
(b)

$$\begin{bmatrix} b1(f1) \\ b2(f2) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} M11 & M12 \\ M21 & M22 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a1(f1) \\ a2(f2) \end{bmatrix}$$

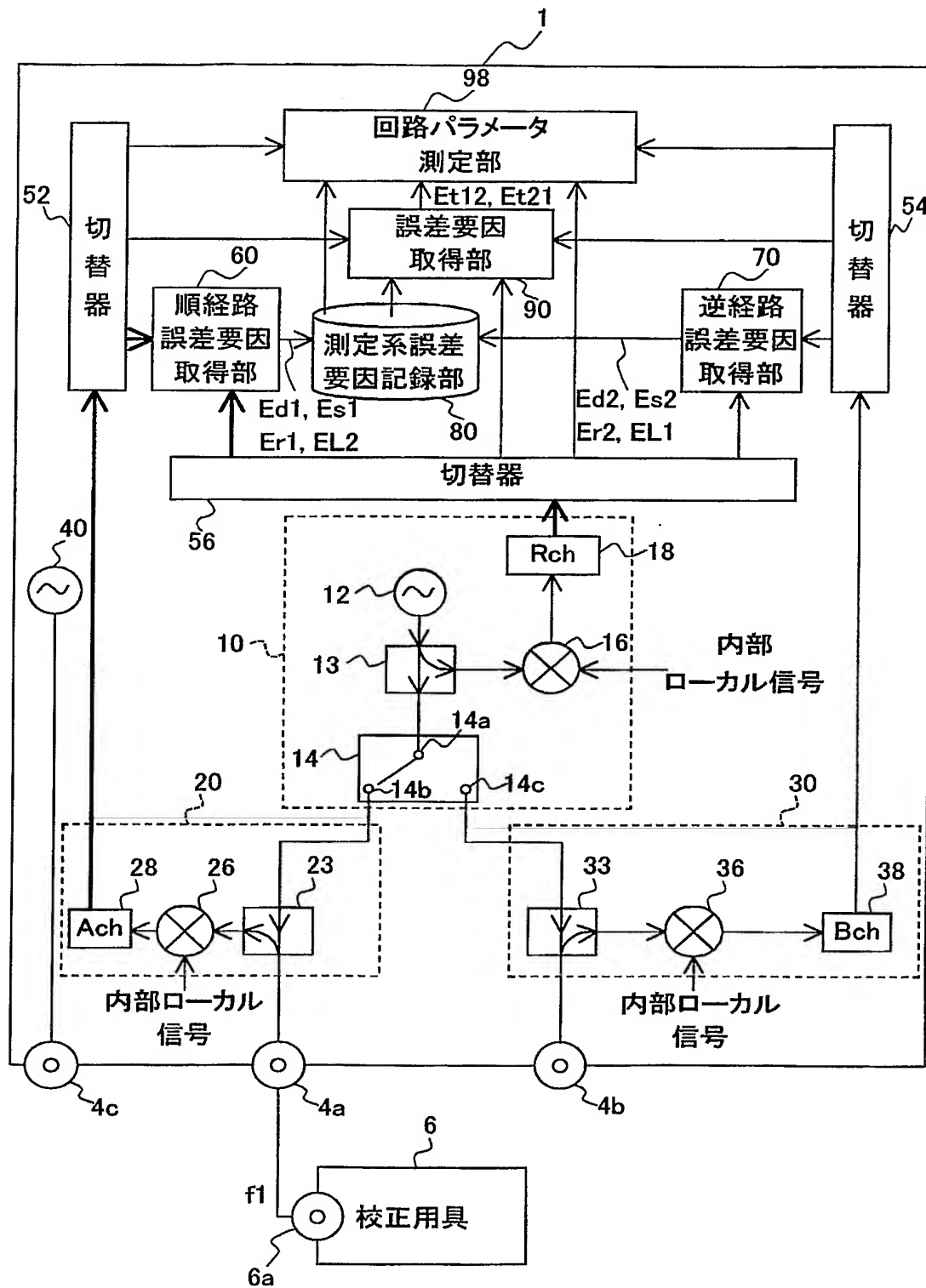
【図 3】



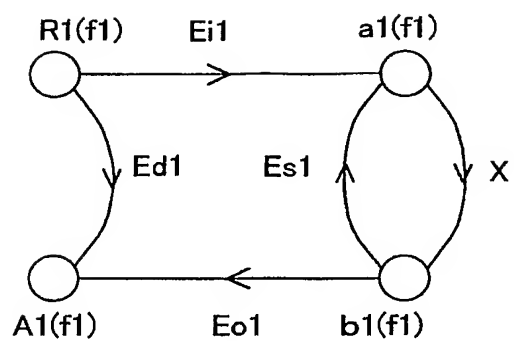
【図 4】



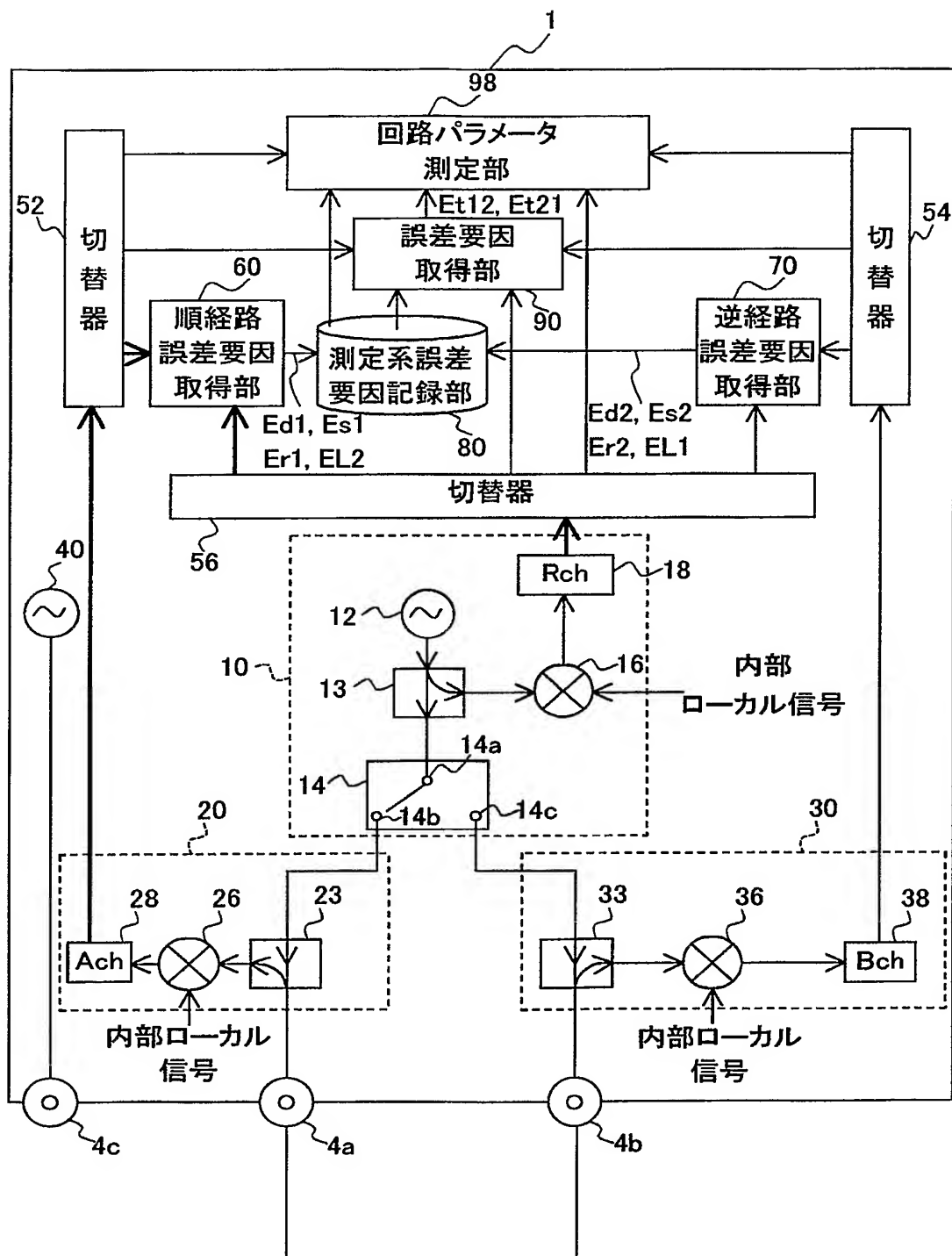
【図 5】



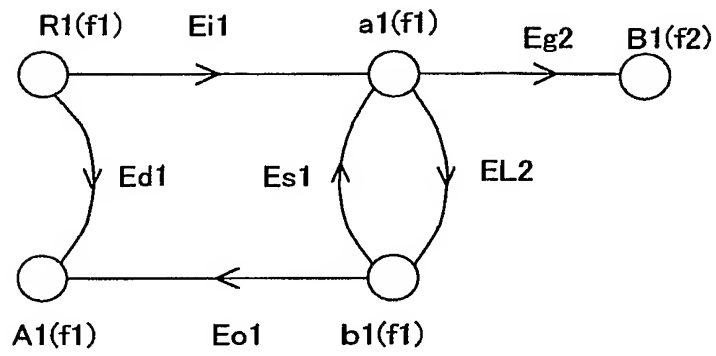
【図 6】



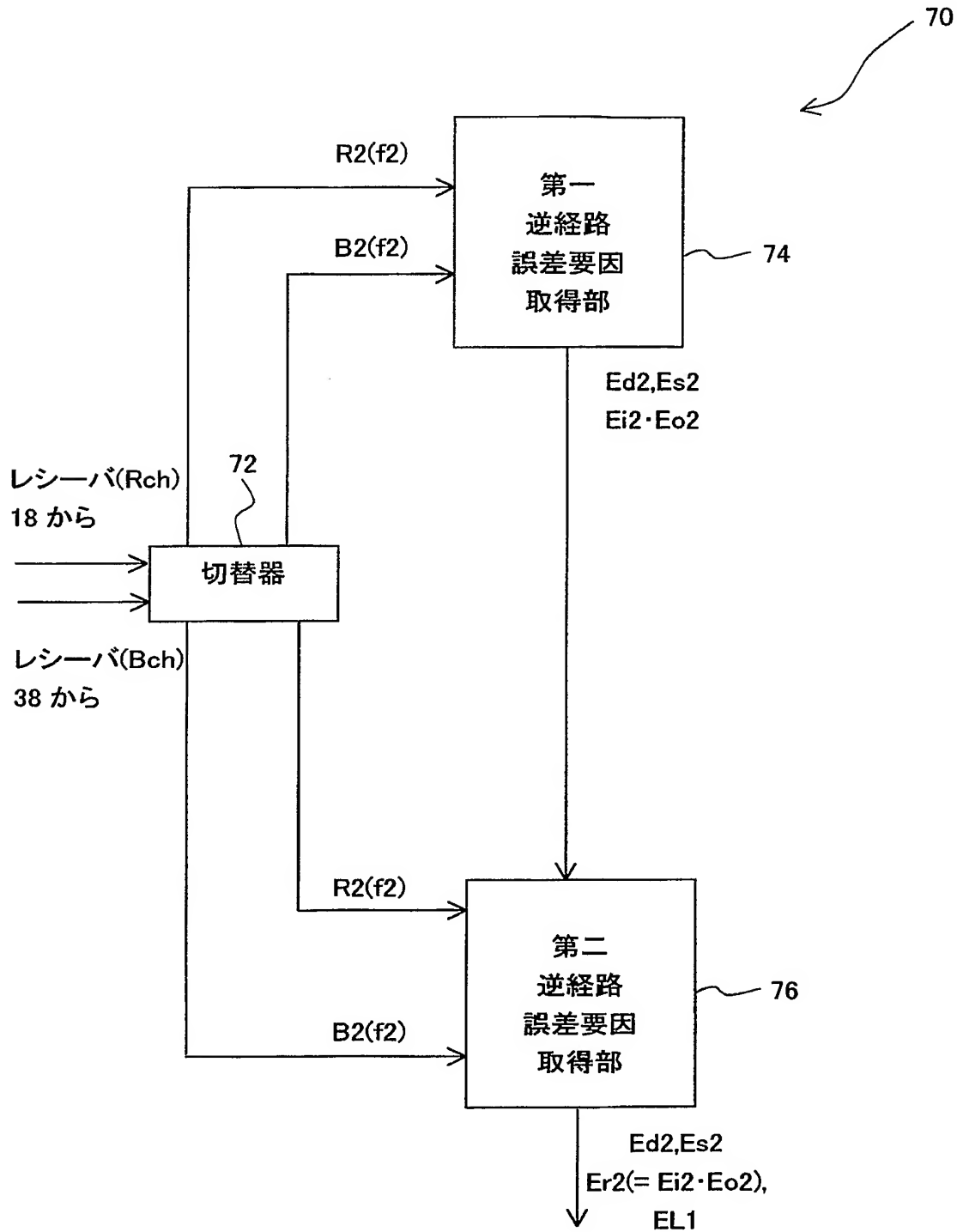
【図 7】



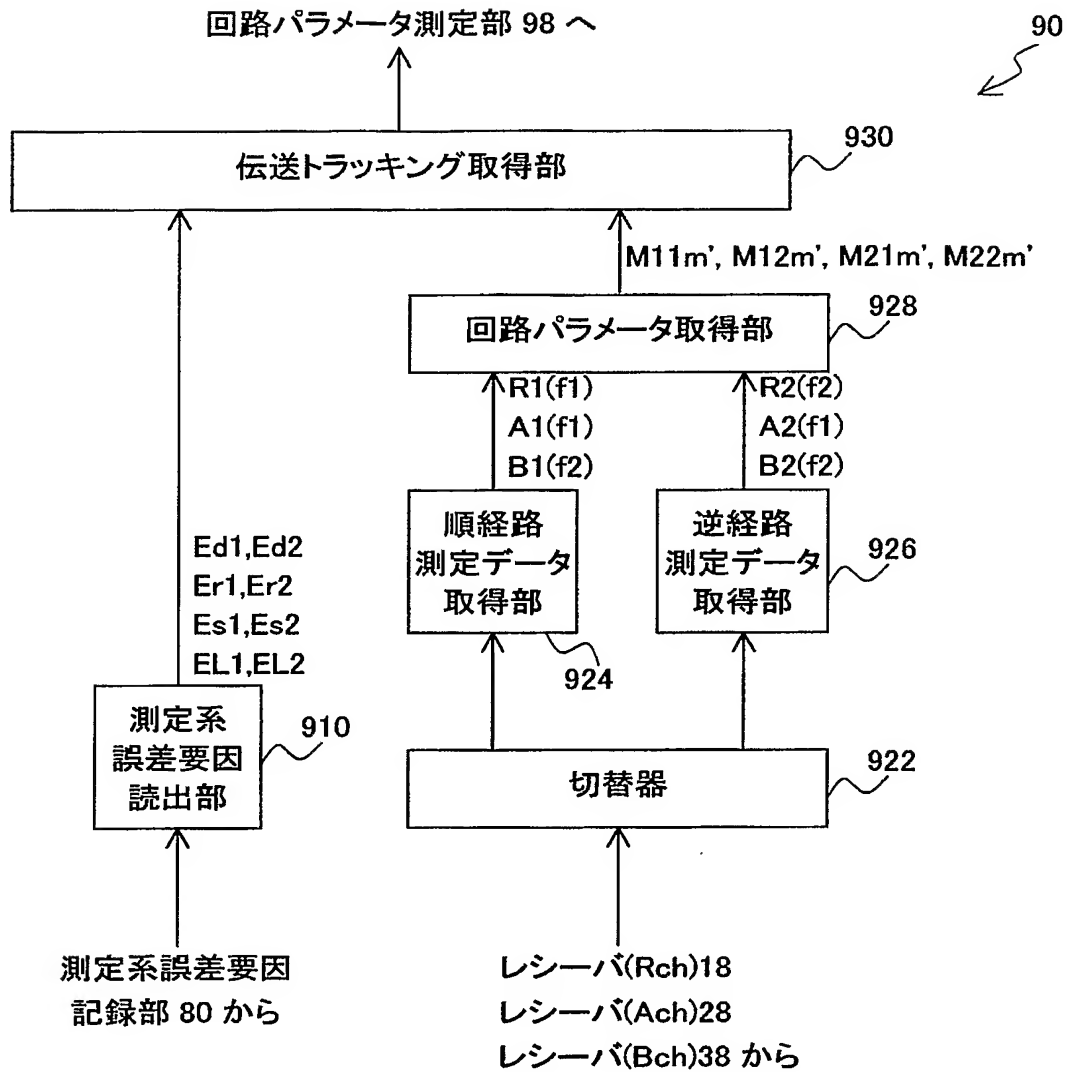
【図 8】



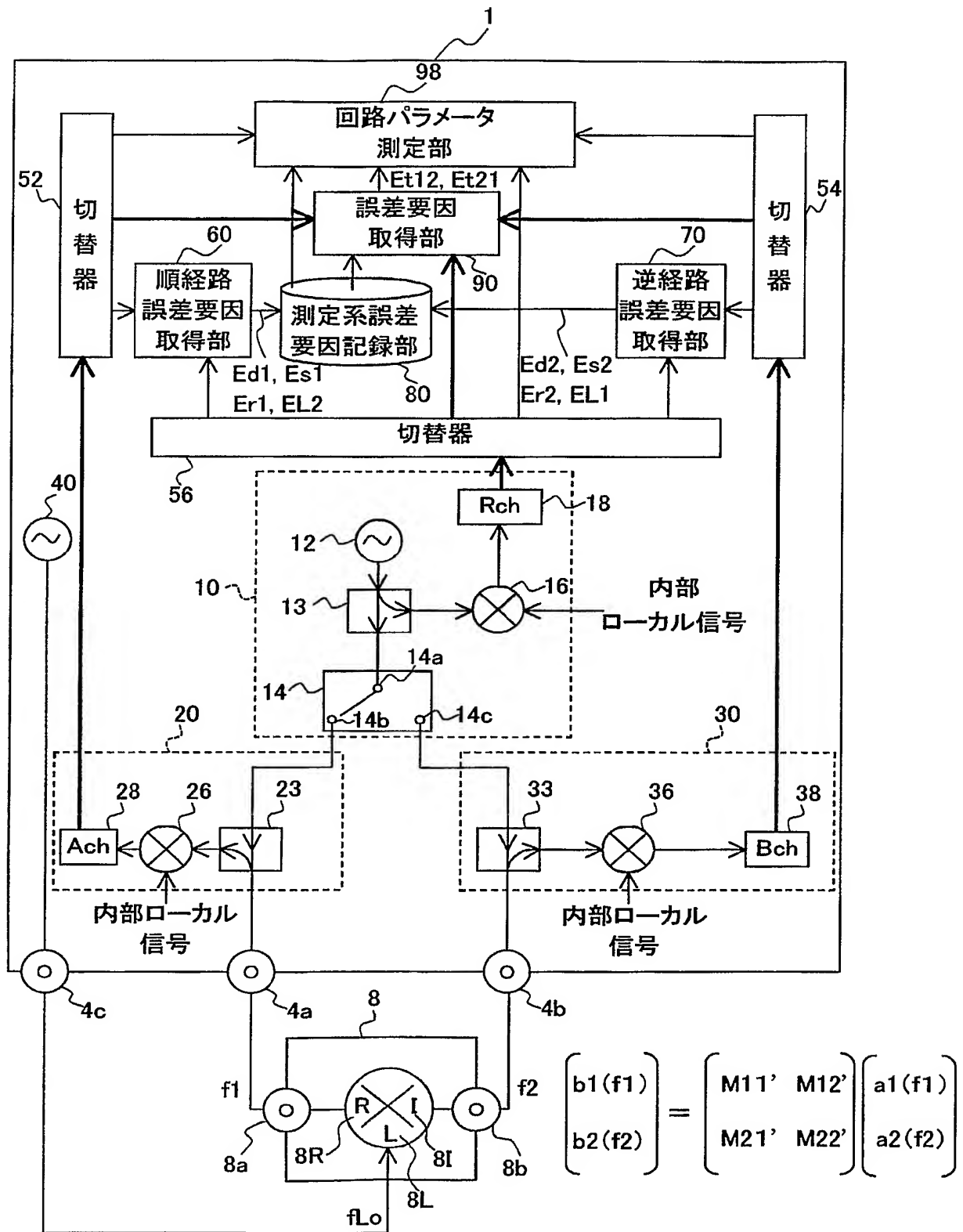
【図 9】



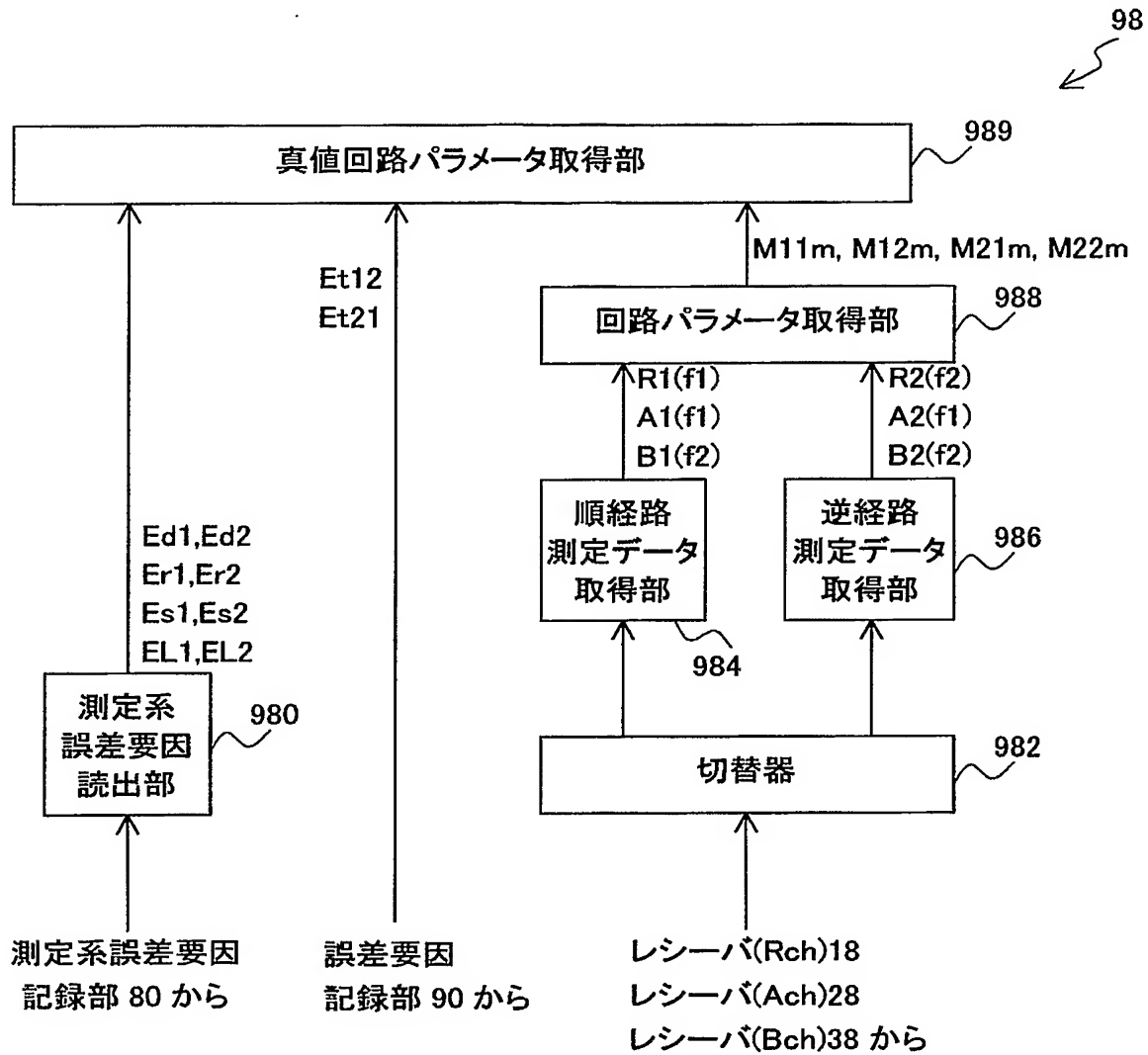
【図 10】



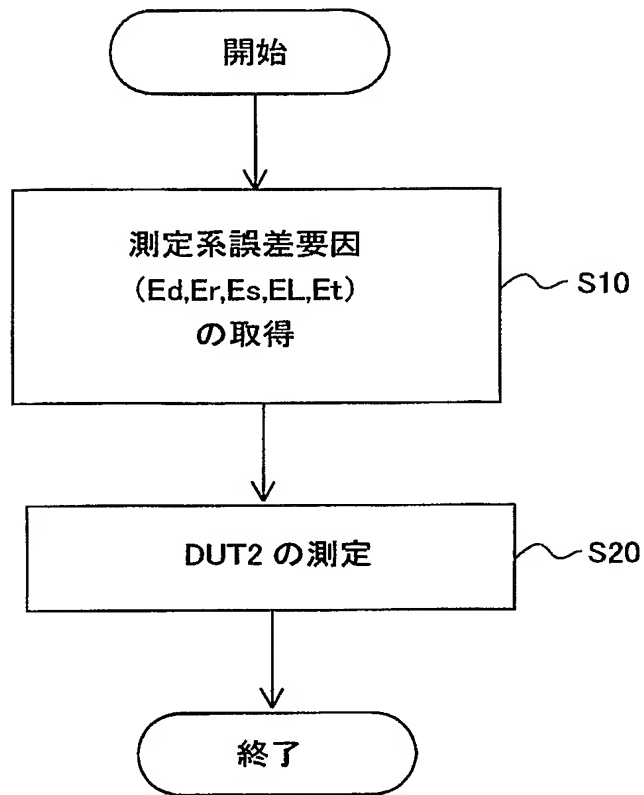
【図 11】



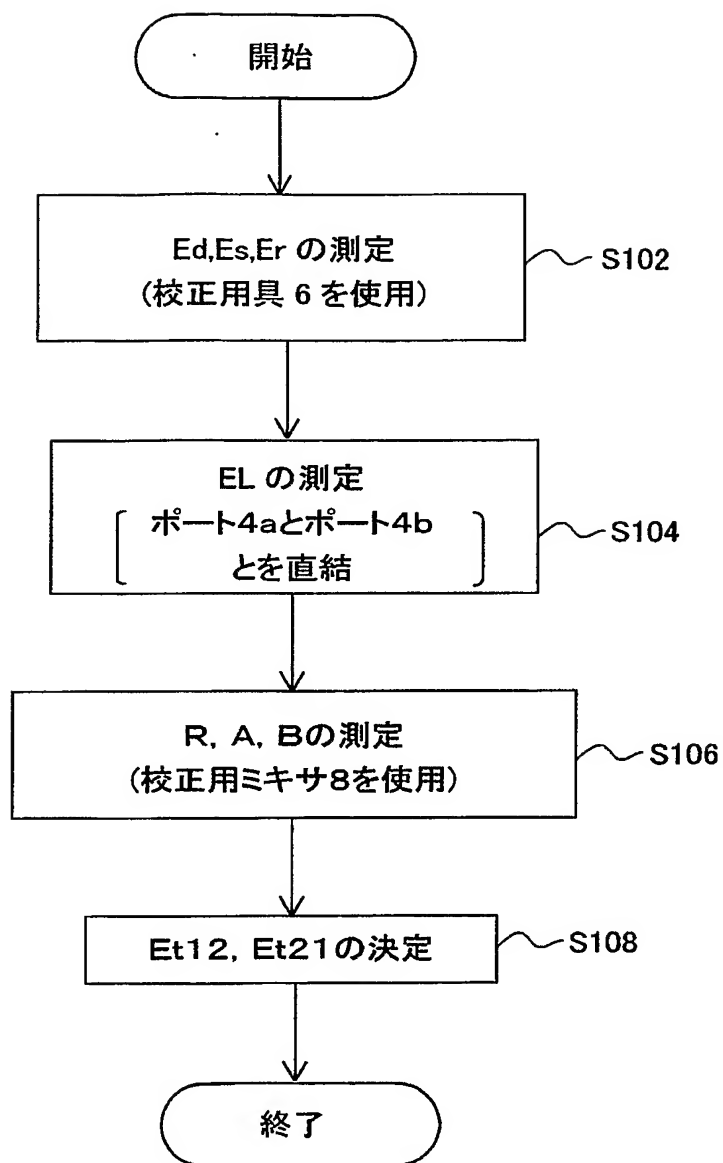
【図 12】



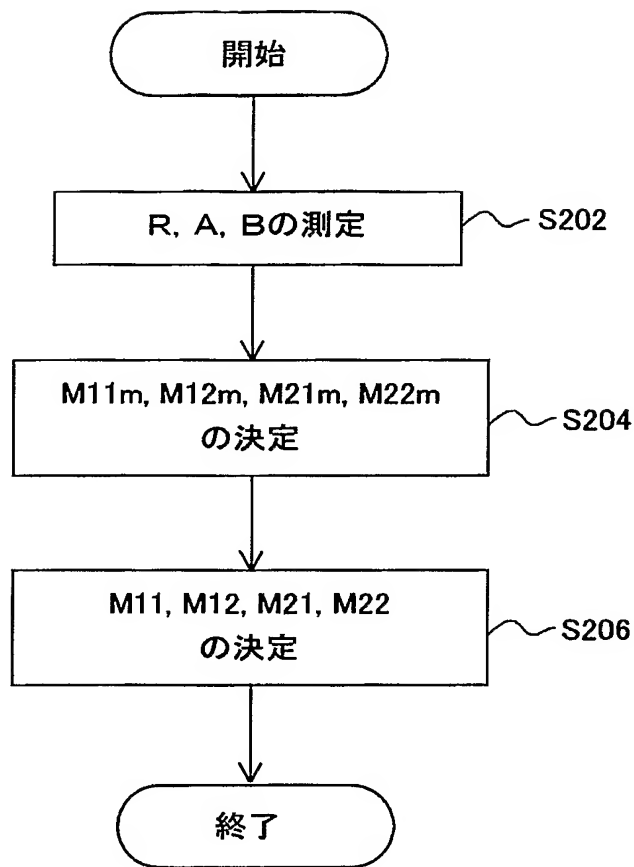
【図 13】



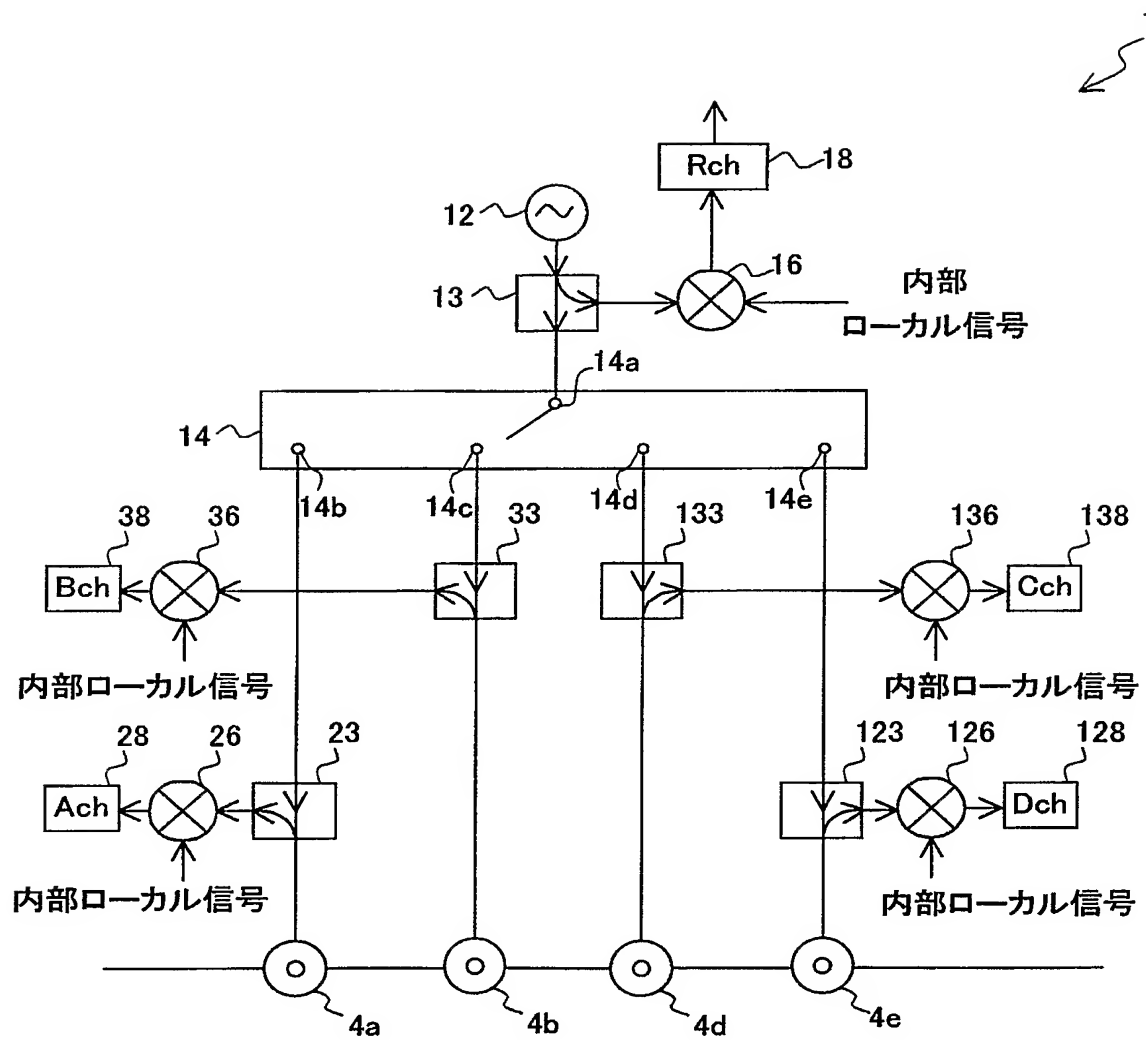
【図 14】



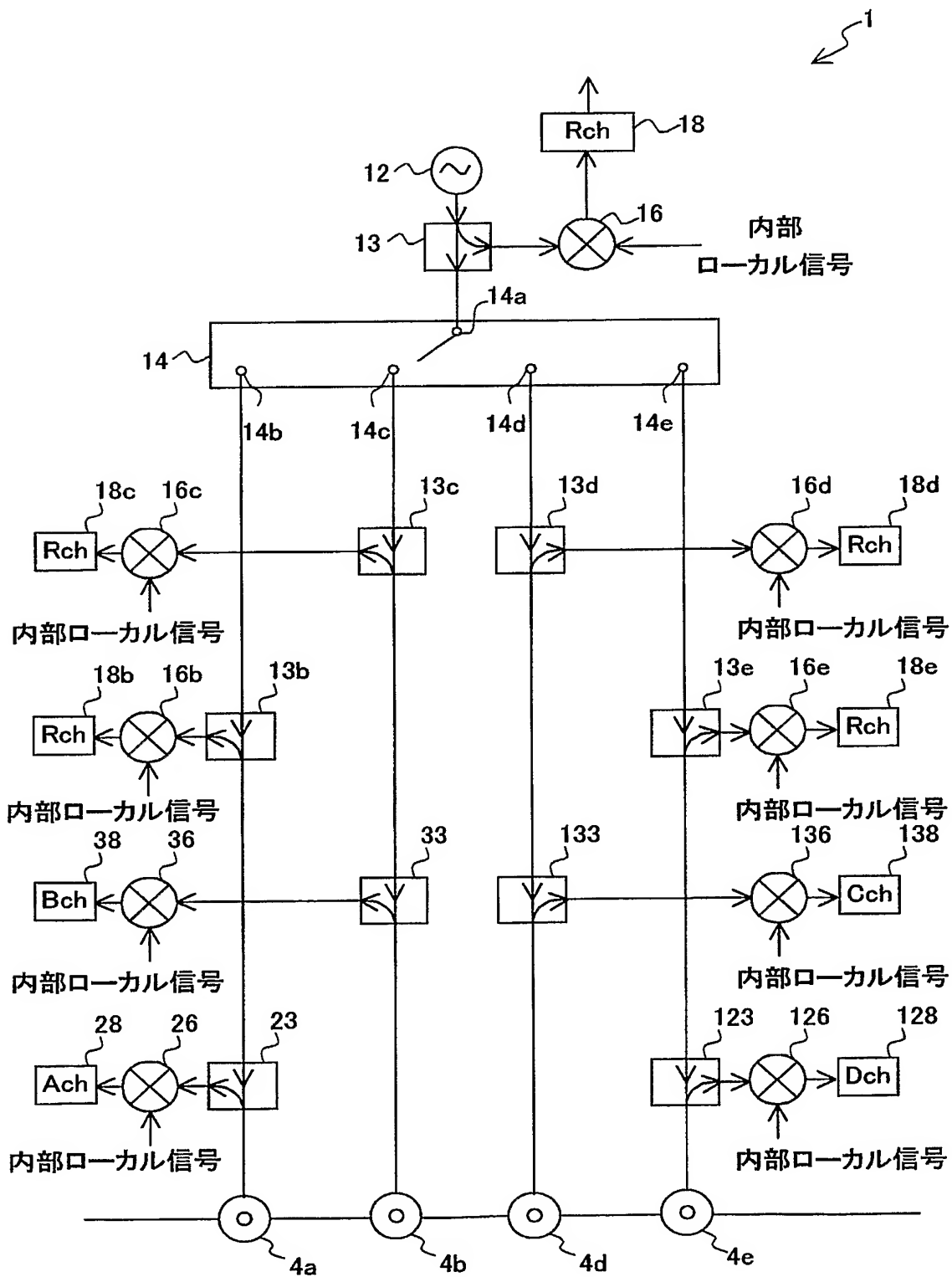
【図 15】



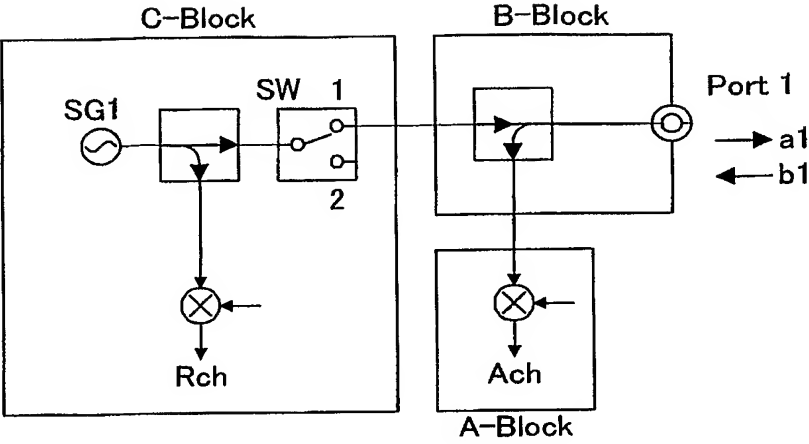
【図 16】



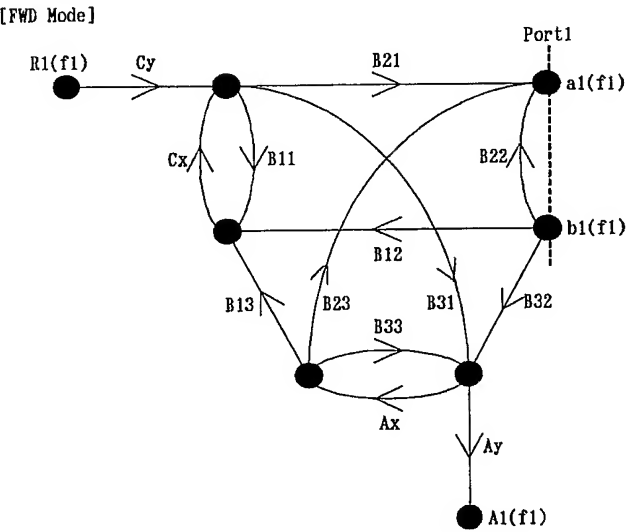
【図 17】



【図 18】



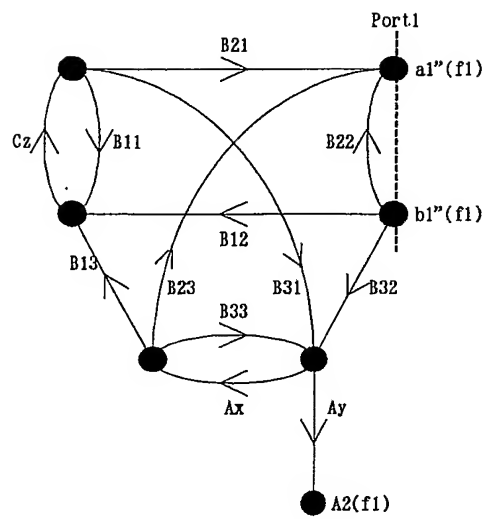
【図 19】





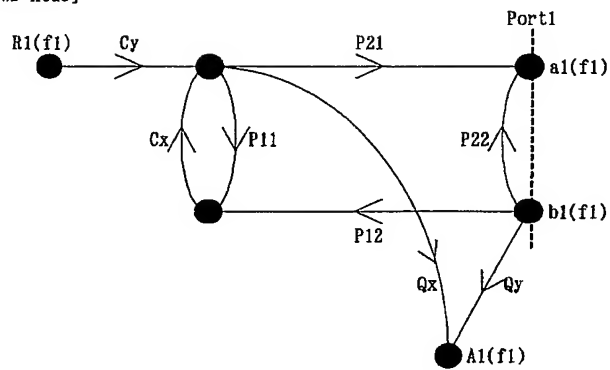
【図 20】

[REV Mode]



【図 21】

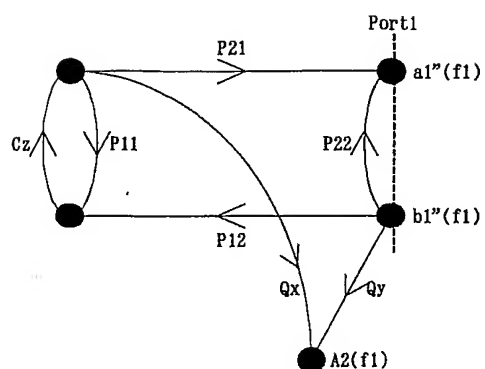
[FWD Mode]





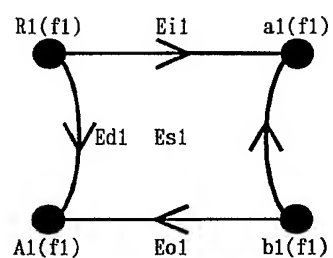
【図 2 2】

[REV Mode]



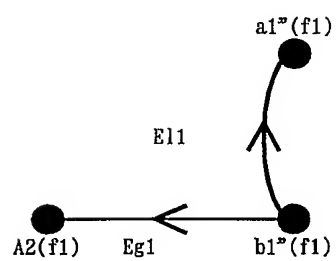
【図 2 3】

[FWD Mode]



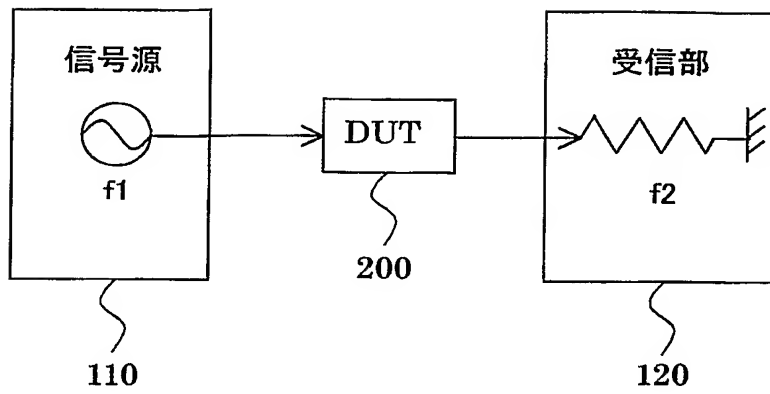
【図 2 4】

[REV Mode]

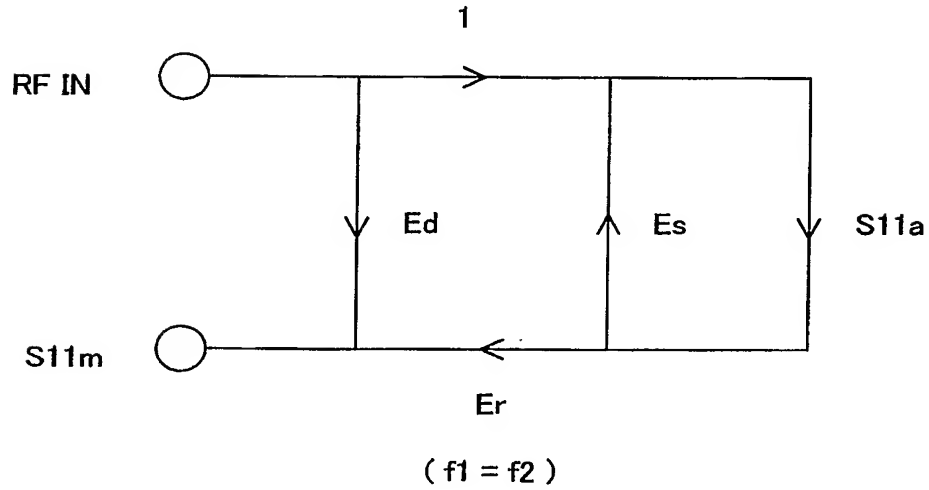




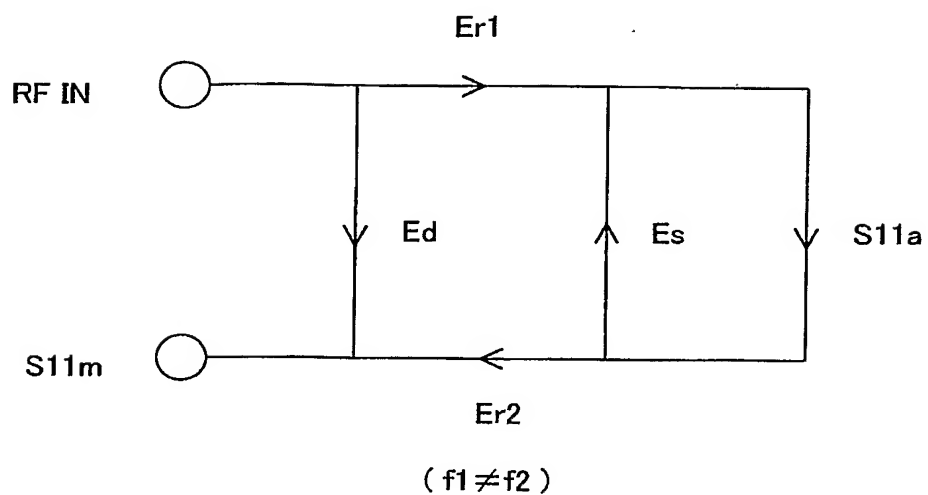
【図 25】



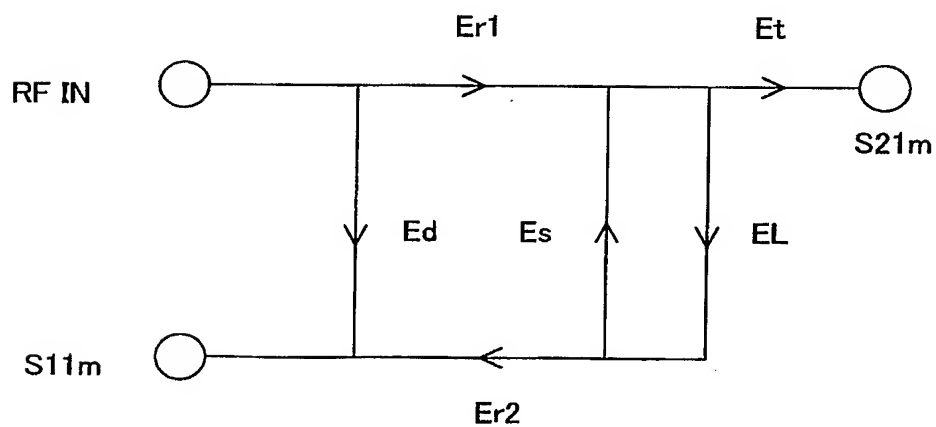
【図 26】



【図 27】



【図 28】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 伝送トラッキングの位相が取得できるようにして、測定系の誤差を補正することができるようにする。

【解決手段】 DUT 2 による周波数変換とは無関係に生じる測定系誤差要因を記録する測定系誤差要因記録部 8 0 と、端子 2 a から出力される信号が、端子 2 a に入力される信号に第一係数を乗じたものおよび他の端子 2 b に入力される信号に第二係数を乗じたものの和として表され、第二係数の大きさの比が一定である校正用ミキサの第一係数および第二係数を測定し、測定系誤差要因記録部 8 0 に記録された測定系誤差要因と、第一係数および第二係数とに基づき、周波数変換によって生じる伝送トラッキングを取得する誤差要因取得部 9 0 とを備える。

【選択図】 図 1



特願 2 0 0 4 - 0 4 6 0 8 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[3 9 0 0 0 5 1 7 5]

1. 変更新月日

1 9 9 0 年 1 0 月 1 5 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都練馬区旭町 1 丁目 3 2 番 1 号

氏 名

株式会社アドバンテスト